

Qualité des environnements intérieurs

Les Canadiens passent 90% de leur temps à l'intérieur, où les taux de polluants peuvent être de deux à cinq fois, et parfois à plus de 100 fois, supérieurs aux taux qu'on retrouve à l'extérieur. Dans ses normes de qualité de l'air de 1999, l'Organisation mondiale de la Santé précise que la majeure partie de l'exposition quotidienne d'une personne à de nombreux polluants atmosphériques est le résultat de l'inhalation de l'air intérieur. Bon nombre de ces polluants peuvent provoquer des réactions sur le plan de la santé. On estime que 14,1 % des Canadiens sont touchés par l'asthme clinique qui, avec les allergies, provoque des millions de jours d'absence de l'école et du travail.

Les recherches réalisées au cours des 10 dernières années ont permis de mieux comprendre les environnements intérieurs et de cerner les problèmes et les solutions possibles. Les catastrophes importantes en matière de santé, comme l'épidémie de la maladie des légionnaires et le syndrome des bâtiments malsains, ont sensibilisé les propriétaires et les occupants des immeubles à la qualité de l'air intérieur. Un nombre croissant de causes judiciaires soulignent la nécessité de disposer de stratégies visant une qualité des environnements intérieurs (QEI) optimale. Ces stratégies diminuent la responsabilité potentielle des membres de l'équipe de conception ainsi que des propriétaires et des gestionnaires de bâtiments, elles augmentent la valeur de revente du bâtiment et elles accroissent la productivité des occupants. En fait, les études de cas qui ont été réalisées laissent entendre que les améliorations au chapitre de la QEI ont fait grimper la productivité des travailleurs de 5 à 34 %

(Katz, 2003). Ces études ont démontré des gains moyens de productivité de la main-d'œuvre de :

- 7,1 % si on dispose de contrôles de l'éclairage
- 1,8 % si on dispose de contrôles de la ventilation
- 1,2 % si on dispose de contrôles thermiques
- Gains importants si on dispose de lumière naturelle – jusqu'à 40 % en ce qui concerne le comportement des acheteurs dans les magasins (Heschong Mahone Group, 1999).

Les stratégies en matière de QEI portent notamment sur des points ayant trait à la qualité de l'air intérieur (QAI), comme l'alimentation en air extérieur filtré, l'efficacité de la ventilation, la gestion de l'humidité et la réduction des polluants atmosphériques. La prévention des problèmes de qualité de l'air est en général beaucoup moins coûteuse que le nettoyage à effectuer une fois que des problèmes sont survenus. Par exemple, il est peu coûteux et judicieux de prévoir la séquence des travaux de construction de sorte que les matériaux demeurent secs et que ceux qui absorbent les contaminants soient posés après que les autres matériaux ne dégagent plus de contaminants gazeux. Le choix de matériaux qui dégagent peu ou moins de contaminants nocifs et un bon aménagement intérieure peut avoir une incidence considérable sur la qualité des environnements intérieurs. Pour de meilleurs résultats et pour assurer la satisfaction des occupants, des designers d'intérieur sont mis à contribution dès le début, dans le cadre d'un processus de conception intégrée,

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
VUE D'ENSEMBLE					

Synthèse des conditions préalables et des crédits de LEED® Canada-NC 1.0

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Préalable 2

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO₂)

QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

QEI Crédit 3

Plan de gestion de la QAI

QEI Crédit 4

Matériaux à faibles émissions

QEI Crédit 5

Contrôle des sources intérieures d'émissions

QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

QEI Crédit 7

Confort thermique

QEI Crédit 8

Lumière naturelle et vues

Il y a un potentiel de 15 points dans la catégorie Qualité des environnements intérieurs.

afin de tenir compte des questions touchant la QEI.

Une autre stratégie consiste à protéger les systèmes de circulation d'air pendant la construction et à « rincer » le bâtiment à l'aide d'air extérieur avant l'occupation. Afin d'assurer une qualité d'air optimale pour les occupants du bâtiment pendant toute la durée de vie de celui-ci, on peut intégrer des détecteurs et des contrôles automatiques au système de CVCA en vue d'optimiser la température, l'humidité et le pourcentage d'air extérieur introduit dans les locaux occupés. Les détecteurs peuvent signaler aux exploitants du bâtiment les éventuels problèmes en matière de QAI, tel que l'accumulation de gaz carbonique (CO₂) dans les espaces occupés.

Parmi les autres questions de QEI, mentionnons la lumière naturelle et la qualité de l'éclairage, le confort thermique, l'acoustique, le contrôle des systèmes du bâtiment par les occupants et le fait d'avoir une vue sur l'extérieur. Toutes ces questions peuvent améliorer l'environnement intérieur et optimiser les espaces intérieurs pour les occupants du bâtiment.

LEED Canada

La catégorie de QEI de LEED Canada-NC 1.0 donne des directives précises pour en arriver à une qualité améliorée des environnements intérieurs par un l'intégration d'un processus de design intégré dès le début du projet, par l'établissement d'une séquence rationnelle des travaux de construction, par le recours à des méthodes de construction minutieuses et par un choix judicieux des matériaux. Elle comprend des crédits qui portent sur la réduction ou l'élimination, à la source, des causes de problèmes touchant les

environnements intérieurs, et d'autre misant sur l'amélioration de la ventilation afin que cette dernière soit de grande qualité.

Comme à la section Énergie et atmosphère, les plans de mise en service, de mesure des performances et de vérification du bâtiment permettent d'assurer que l'amélioration de la qualité des environnements intérieurs est maintenue pendant toute la durée de vie du bâtiment.

Changements par rapport à la version LEED-2.1

Plusieurs crédits de qualité des environnements intérieurs de LEED Canada n'ont pas été modifiés de façon considérable par rapport à la version LEED-NC 2.1. Par contre, d'autres ont été changés de manière à inclure des modifications proposées qui seront incorporées à la version 2.2 du LEED:

- La *condition préalable 2, Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)*, a été modifiée pour permettre le choix entre trois options de conformité :
 1. Interdiction de fumer dans le bâtiment; ou
 2. maintien d'une pression négative dans les pièces où l'on fume; ou
 3. réduction des fuites d'air entre les pièces pour fumeurs et pour non-fumeurs dans les bâtiments résidentiels (et seulement dans ces derniers).
- Le *crédit 3.2, Plan de gestion de la QAI pendant la construction – Analyse avant l'occupation* a été modifié pour permettre l'élaboration et la mise en application d'un plan de gestion de la qualité de l'air intérieur (QAI) qui respecte une des trois options en plus de renvoyer aux exigences de protocoles d'essai particuliers.

- Le *crédit 4, Matériaux à faibles émissions*, a été modifié pour refléter des exigences plus spécifiques et des normes mises à jour.
- Le *crédit 5, Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et de polluants*, exprime maintenant des exigences plus particulières et prévoit le remplacement de tous les filtres juste avant l'occupation.
- Le *crédit 8.2, Lumière naturelle et vues - Vues pour 90 % des espaces*, a été modifié pour incorporer des exigences plus spécifiques sur les angles de vue.

Les autres modifications mineures apportées aux autres crédits portant sur la qualité des environnements intérieurs ont trait aux normes, aux sources d'information, aux unités de mesures et aux préférences terminologiques du Canada.

Aspects environnementaux connexes

Les aspects environnementaux suivants ne sont pas explicitement pris en compte par le Guide de référence LEED Canada NC 1.0, mais ils peuvent constituer des points importants sur le plan de la conception :

- Problèmes de qualité de l'air intérieur résultant de l'humidité, des pulvérisations et de l'eau stagnante
- Fibres minérales
- Répercussions négatives des sources de bruit internes et externes
- Maintien de la performance
- Pollution électromagnétique

Problèmes éventuels de QAI causés par l'humidité, les vaporisations et l'eau stagnante

La conception, la construction et l'exploitation du bâtiment doivent viser

à éliminer la possibilité d'humidité, de vaporisations et d'eau stagnante non contrôlées.

- La croissance de contaminants biologiques est déterminée par la présence d'humidité. L'humidité peut entraîner une défaillance prématurée des systèmes du bâtiment, ainsi qu'une contamination microbienne des matériaux absorbants, ce qui provoque une croissance des bactéries et des champignons pathogènes, qui peuvent avoir une incidence négative sur la santé des occupants et réduire la valeur du bâtiment en raison d'une décoloration et d'une odeur âcre. Parmi les matériaux de construction dans lesquels peuvent se développer des champignons et des spores de moisissure, mentionnons le bois, la cellulose, le papier peint, les matériaux d'isolation organiques, les colles, les peintures, les mortiers, les textiles, etc. Les systèmes hydriques peuvent être contaminés par des bactéries, des algues et des levures.

- Les tours de refroidissement humides et les condenseurs évaporatifs peuvent favoriser le développement de legionella, car la température à ces endroits est souvent idéale pour la croissance de ces bactéries. Les tours de refroidissement humides sont en général traitées à l'aide de produits chimiques caustiques et toxiques, qui sont également dangereux.

Problèmes éventuels de QAI causés par les fibres minérales

La conception, la construction et l'exploitation du bâtiment doivent viser à éliminer le risque de propagation de fibres provenant de matériaux de fibres minérales non scellés.

- *Enrobages de conduits à fibres minérales*: Trois problèmes possibles de qualité de l'air sont liés aux

enrobages en fibres minérales utilisés pour l'isolation acoustique et thermique dans les conduits de CVCA : les enrobages fibreux retiennent la poussière, ce qui réduit l'efficacité de la filtration de l'air et du nettoyage des conduits; la poussière et les débris accumulés favorisent la prolifération microbienne en cas de présence d'humidité et les enrobages fibreux détériorés libèrent des fibres minérales dangereuses.

- *Fibres minérales non adhérentes:* Les matériaux à fibres minérales artificiels (sauf les enrobages de conduits) qui sont exposés à l'intérieur du bâtiment ou aux systèmes de traitement de l'air risquent également de produire des fibres dangereuses. À titre d'exemple courant, mentionnons l'ignifugation des structures et les isolants acoustiques ou thermiques exposés dans des plafonds suspendus utilisés comme plénums de retour d'air.
- *Répercussions négatives des sources de bruit externes et internes:* La conception, la construction et l'exploitation du bâtiment doivent viser à éliminer les bruits indésirables.
 - L'atténuation du bruit généré à l'extérieur par l'enveloppe du bâtiment, plus particulièrement à travers le vitrage, constitue un facteur important à considérer lors de la conception. Le bruit causé par la circulation routière, les aéroports, les trains et les industries est certes irritant et il résulte d'une piètre insonorisation de l'enveloppe du bâtiment.
 - La transmission du bruit mécanique du système de CVCA est un irritant courant dans les bâtiments et il est en général causé par un équipement usé ou mal ajusté ou encore par une piètre insonorisation. Un bruit modéré causé par les systèmes peut constituer un avantage, car des niveaux de bruit ambiant excessivement bas (par exemple un bruit de fond faible) peuvent entraîner une diminution de l'intimité acoustique. Le bruit peut être amplifié par des tôles qui vibrent puis être transporté sur de grandes distances par les conduits. Les salles d'équipement produisent un bruit considérable qui se fait entendre dans les salles adjacentes ou dans les conduits, sauf si on a appliqué, à la conception, des normes adéquates d'atténuation du bruit.
- *Atténuation du bruit entre les salles occupées:* Le bruit produit dans les bâtiments par les occupants, leur équipement et les installations de plomberie constituent également un irritant courant et il est en général causé par une piètre insonorisation des murs et des planchers.
- *Maintien de la performance:* Si la performance prévue du bâtiment doit être maintenue pendant toute la durée de vie de celui-ci, les systèmes techniques doivent faire l'objet d'un entretien adéquat et être périodiquement remplacés. Ainsi, les concepteurs doivent procéder avec minutie afin de prévoir un dégagement et un accès adéquat pour l'entretien, le nettoyage et les ajustements. Bon nombre de problèmes de santé découlent d'un entretien inadéquat des systèmes mécaniques. Un piètre entretien entraîne également des coûts supplémentaires, en raison de la durée de vie réduite de l'équipement.
- *Pollution électromagnétique:* La réduction de l'exposition des occupants à la pollution électromagnétique est une nouvelle

préoccupation en matière de santé. Même si des doutes persistent sur le plan scientifique au sujet des effets sur la santé, il est prudent d'adopter des stratégies préventives de gestion et d'atténuation afin de réduire, le plus possible, l'exposition des gens au rayonnement électromagnétique non ionisant.

A	É	MR	QEI	IPD
VUE D'ENSEMBLE				



Préalable 1**Exigée****Performance minimale au niveau de la QAI****But**

Établir un niveau minimal de performance quant à la qualité de l'air intérieur (QAI) pour améliorer la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments, contribuant ainsi au confort et au bien-être de leurs occupants.

Exigences

Se conformer aux exigences minimales de la norme faisant l'objet d'un consensus volontaire, la norme ASHRAE 62-2001, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, et de ses addenda approuvés au moment où le bâtiment a été autorisé. Les systèmes de ventilation mécanique doivent être conçus en utilisant la procédure des taux de ventilation.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par le professionnel responsable de la conception, déclarant que le projet est parfaitement conforme aux sections 4, 5, 6 et 7 de la norme ASHRAE 62-2001 et à tous ses addenda pertinents, et décrire la méthode employée dans le cadre de l'analyse de la QAI (à tout le moins le procédé concernant la procédure des taux de ventilation de la norme pour les systèmes de ventilation mécanique).

Si une vérification est requise au cours du processus de certification :

- Les documents soumis sur la conception faisant appel à la procédure des taux de ventilation doivent comprendre un tableau des débits d'air extérieur, y compris les hypothèses concernant notamment le type d'usage, la surface de plancher ou l'occupation maximale estimée, le débit d'air produit et l'efficacité de la ventilation ainsi que le type de système de CVCA pour chaque espace du bâtiment régulièrement occupé.
- En cas de vérification de cette condition préalable les conceptions faisant appel à une stratégie de ventilation naturelle, les documents soumis doivent comprendre un tableau précisant la surface libre et dégagée des ouvertures dans les murs et le toit, la surface de plancher, le rapport en pourcentage des ouvertures dans les murs et le toit par rapport à la surface de plancher, la distance (espace dégagé) jusqu'à l'ouverture dans un mur ou un toit la plus près et, pour les espaces intérieurs qui ne sont pas adjacents à l'extérieur, la zone libre entre le périmètre adjacent et l'espace intérieur, et ce pour chaque espace qui est régulièrement occupé. Au lieu de ce tableau, on peut présenter des calculs techniques ou un résumé du résultat produit par un modèle informatique adéquat qui indique les débits d'air extérieur pour chaque espace régulièrement occupé, pour les conditions de chauffage et de climatisation de pointe.

Résumé des normes citées en référence

Norme ASHRAE 62-2001 : Ventilation For Acceptable Indoor Air Quality et addenda associés

ASHRAE, www.ashrae.org, (800) 527-4723

Exigée

Cette norme précise les taux de ventilation minimaux et les niveaux minimaux de qualité de l'air intérieur (QAI) qui permettent de réduire la possibilité d'effets nuisibles pour la santé. La norme indique que les systèmes de ventilation mécanique ou naturelle doivent être conçus de façon à prévenir l'absorption de contaminants, à réduire au minimum la possibilité de prolifération et de dissémination de micro-organismes et à filtrer les particules, au besoin. Les entrées d'air d'appoint doivent se trouver à bonne distance des sources de contaminants comme les tours de refroidissement, les événements sanitaires et les dispositifs d'échappement des gaz d'automobile des garages de stationnement, des quais de chargement et de la circulation urbaine.

Une procédure pour les taux de ventilation et une procédure pour la qualité de l'air intérieur sont décrites en vue du respect de la norme. La procédure pour les taux de ventilation précise la qualité de l'air extérieur qui est acceptable pour la ventilation, les mesures de traitement de l'air extérieur et les taux de ventilation pour les espaces résidentiels, commerciaux, d'établissements, pour les véhicules et industriels. Cette procédure comprend également des critères concernant la réduction des quantités d'air extérieur lorsque l'air recyclé est traité par un équipement servant à enlever les contaminants de même que les critères pour la ventilation variable lorsque le volume de l'air dans l'espace est utilisé comme réservoir pour diluer les contaminants. La procédure concernant la qualité de l'air intérieur comprend une évaluation quantitative et subjective et elle restreint les concentrations de contaminants à des niveaux acceptables.

En vertu de la section 5.1 de la norme ASHRAE, les conceptions qui font appel à une ventilation naturelle doivent comporter des ouvertures dans les murs ou le toit adjacentes à des aires ouvertes dégagées, dont les occupants ont le contrôle et dont le total est d'au moins 4 % de la surface de plancher nette pouvant être occupée pour les espaces situés à 7,5 m (25 pi) ou moins du mur extérieur. Les espaces intérieurs sans exposition directe à l'extérieur doivent comporter des ouvertures vers des espaces périmétriques à ventilation naturelle qui correspondent à au moins 8 % de l'espace net pouvant être occupé ou 2,3 m² (25 pi²) à tout le moins. Les systèmes de ventilation naturelle qui ont été conçus et qui ont été approuvés par les autorités locales peuvent ne pas respecter ces exigences; en général, ces systèmes exigent des calculs techniques ou une modélisation par ordinateur qui établit les débits minimaux d'air provenant de l'extérieur qui respectent les exigences de la norme en matière de débit d'air, dans les conditions de température de pointe. Le chapitre 23, « Infiltration and Ventilation » du Fundamentals Handbook de la norme ASHRAE de 1993 décrit les calculs techniques pour la conception d'une ventilation naturelle; plusieurs logiciels de modélisation de bâtiment peuvent réaliser ces calculs, notamment COMIS, CONTAM, TAS, ESP-r et Energy Plus.

Interprétations

- Le recours à une ventilation naturelle à l'aide d'ouvertures utilisables dans les murs et le toit en vue du respect de ces exigences minimales est autorisé, à la place de systèmes mécaniques, pourvu que les ouvertures dans les murs et/ou le toit de chaque espace occupé se conforment aux exigences de l'article 5.1 de la norme ASHRAE 62-2001, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, et de ses addenda. Les ouvertures visent à garantir le maintien du confort dans des conditions de pointe lorsque seul un apport minimal en air extérieur est

Préalable 1

Exigée

souhaitable, particulièrement en ce qui a trait aux courants d'air froids.

- Si un système de ventilation mécanique a été installé, il doit être conçu à l'aide de la procédure des taux de ventilation de la norme.

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Une performance optimale en matière de QAI résulte en un confort, un bien-être et une productivité accrus des occupants. Les principaux aspects du maintien d'une qualité de l'air intérieur supérieure comprennent notamment l'utilisation d'un air extérieur de grande qualité et le respect de taux de ventilation adéquats. La norme de référence décrit les méthodes qui servent à éviter l'introduction de contaminants, par exemple en ce qui concerne l'emplacement des entrées d'air par rapport aux sources éventuelles de contamination. La norme de référence précise en outre les taux de ventilation pour différents types de bâtiment.

Aspects environnementaux

Des taux de ventilation supérieurs sont parfois nécessaires pour optimiser la QAI, ce qui peut résulter en une consommation d'énergie plus élevée pour l'exploitation du système de CVCA du bâtiment. Toutefois, on peut procéder à une réduction importante à cet égard en récupérant la chaleur des dispositifs d'évacuation afin d'aider à traiter l'air extérieur qui entre.

Aspects économiques

Des taux de ventilation accrus peuvent entraîner une hausse des coûts annuels d'énergie. Toutefois, une piètre qualité de l'air intérieur peut causer des maladies chez les occupants, ce qui entraînerait des dépenses supplémentaires et des coûts associés à la responsabilité des propriétaires, des exploitants et des compagnies d'assurance. Les coûts en personnel représentent un pourcentage important des frais d'exploitation, bien plus que les coûts de l'énergie ou de

l'entretien et, ainsi, les mesures qui influent sur l'assiduité et la productivité des employés sont importantes.

La norme ASHRAE 62-2001 s'est imposée comme méthode de conception normalisée pour la ventilation et, en général, elle n'exige pas d'efforts ou de coûts de conception supplémentaires. Une bonne QAI réduit la possibilité de responsabilité pour les architectes, les constructeurs, les propriétaires, les exploitants de bâtiments et les occupants, en plus d'accroître la valeur et la qualité marchande d'un bâtiment. Des efforts supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour optimiser l'intégration du système de CVCA au plan d'implantation de la structure et à l'espace environnant.

Aspects communautaires

Les stratégies d'optimisation de la QAI peuvent entraîner un environnement plus sain pour les occupants, ce qui résulte en général en un nombre moindre de plaintes, un taux d'absentéisme et de maladie inférieur et une productivité accrue. Une meilleure santé des occupants provoque une diminution des coûts de soins de santé et d'assurance.

Conception

Stratégies

- Évaluez le site du projet avant l'acquisition afin d'éviter de choisir un site qui risque de présenter des problèmes de QAI. Ces problèmes éventuels peuvent porter notamment sur les zones de circulation intense, sur les sites industriels polluants situés à proximité ou sur les sites avoisinants de gestion des déchets. De plus, déterminez les usages possibles futurs des sites à proximité qui peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'air extérieur. Procurez-

AÉS GEE ÉA MR **QEI** IPD

Préalable 1

Synergie du crédit

AÉS Crédit 1

Sélection de l'emplacement

AÉS Crédit 2

Densité de développement

AÉS Crédit 3

Réaménagement de sites contaminés

AÉS Crédit 4

Moyens de transport de remplacement

GEE Crédit 1

Aménagement paysager économe en eau

ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Préalable 1

Collecte et entreposage des matériaux recyclables

MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

QEI Préalable 2

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO₂)

(Suite à la page 380)

Préalable 1

Credat Synergies
(Suite)

QEI Crédit 2

Augmentation de
l'efficacité de la ventilation

QEI Crédit 3

Plan de gestion de la QAI

QEI Crédit 4

Matériaux à faibles émissions

QEI Crédit 5

Contrôle des sources
intérieures d'émissions
chimiques et des polluants

QEI Crédit 7

Confort thermique

vous des données à partir de sources locales sur la qualité de l'air ambiant et la configuration des vents, afin d'établir les sources de pollution qui sont les plus susceptibles de toucher le site.

- Une fois que le site du bâtiment a été choisi, déterminez les activités effectuées sur le site qui peuvent avoir une incidence négative sur la qualité de l'air, comme les travaux de construction, les matériaux installés dans le bâtiment et les activités de manipulation de produits chimiques pendant l'occupation des locaux. Établissez des normes de qualité de l'air dès le début du processus de conception et précisez clairement ces critères de conception dans les plans et les spécifications.
- Spécifiez, concevez et installez des prises d'air frais à bonne distance des sources possibles de contamination (une distance d'au moins 7,5 m est recommandée et une distance de 12 m est préférable). Parmi les sources possibles de contamination figurent les zones de chargement, les ventilateurs d'évacuation de bâtiment, les tours de refroidissement, la circulation urbaine, les voitures dont le moteur tournent au ralenti, l'eau stagnante, les garages de stationnement, les événements sanitaires, les poubelles et les aires extérieures pour les fumeurs. Pour pouvoir déterminer des emplacements adéquats pour les prises d'air, on doit assurer une coordination entre les concepteurs du système de CVCA et l'architecte du projet.
- Assurez-vous que la capacité en air extérieur du système de ventilation est conforme aux exigences de la norme de référence, pour tous les modes de fonctionnement. N'oubliez pas de tenir compte de l'occupation potentielle maximale dans le calcul

des besoins en air extérieur de tous les espaces. Évaluez les changements de densité d'occupation pour les projets de rénovation et d'amélioration et, si possible, procédez à une planification en fonction de ces besoins futurs. Évitez une « surconception » ou une « sous-conception » du système de ventilation et prévoyez les améliorations futures.

- À la fin du projet, adjoignez les résultats des tests opérationnels dans le rapport de mise en service du bâtiment. Mettez en œuvre un plan d'exploitation et d'entretien de sorte que le système de CVCA ne soit pas contaminé.

Synergies et compromis

L'emplacement du site et l'architecture du paysage influent sur les volumes d'air extérieur qui peuvent circuler dans le bâtiment. Des quartiers densément peuplés, des installations de transport adjacentes et un site contaminé existant peuvent nuire à la qualité de l'air extérieur dont on dispose pour la ventilation. Des taux de ventilation accrus peuvent régler certains des problèmes de la qualité de l'air intérieur en diluant la quantité de contaminants, mais cette façon de procéder peut avoir une incidence sur le confort thermique à l'intérieur et peut augmenter la consommation d'énergie. Les processus de récupération de la chaleur d'évacuation, de mise en service du bâtiment ainsi que de mesure et de vérification sont des outils dont on peut se servir pour optimiser la qualité de l'air intérieur tout en réduisant au minimum la diminution de l'efficacité énergétique.

Pendant la construction et l'aménagement du bâtiment, protégez les matériaux de construction de l'humidité et précisez les matériaux et les articles d'ameublement qui ne

dégagent pas de produits chimiques nocifs ou irritants, comme les composés organiques volatils (COV) des peintures et des solvants, afin de réduire les effets nuisibles que ces substances ont sur la QAI. Les activités des occupants comme la manipulation de produits chimiques et le tabagisme peuvent réduire la quantité d'air propre dans un espace. Souvent, il est utile d'atténuer les problèmes de QAI à la source, par exemple en précisant des matériaux à faible teneur en COV, que de consommer de l'énergie pour aérer le bâtiment et pour traiter un plus grand volume d'air.

Ressources

Sites Web

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE): Progrès scientifiques concernant le chauffage, la ventilation, la climatisation et la réfrigération pour le bien public par des recherches, la rédaction de normes, l'éducation permanente et les publications.

Site: www.ashrae.org

Rapports de recherche « Planification rentable des aires ouvertes (PRAO) »: Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches et Consortium PRAO. Études approfondies des variables de la conception de bureaux à aires ouvertes et de leur effet sur la satisfaction des occupants, y compris la conception des postes de travail, la qualité de l'air intérieur et le confort thermique, la lumière et l'acoustique. Les études comprennent des examens sur le terrain et de la documentation, des expériences avec des maquettes de bureau et des simulations destinées à examiner les nombreux éléments du bureau à aires ouvertes. (Certains rapports ne sont pas

encore disponibles.)

Les rapports sont les suivants :

- Environmental Satisfaction in Open-Plan Environments: 2. Effects of Workstation Size, Partition Height and Windows (Satisfaction environnementale dans les environnements à aires ouvertes : 2. Effets de la taille du poste de travail, de la hauteur des cloisons et des fenêtres)
 - Office Air Distribution Systems and Environmental Satisfaction (Systèmes de distribution de l'air et satisfaction environnementale)
 - A Literature Review on the Relationship between Outdoor Ventilation Rates in Offices and Occupant Satisfaction (Examen de la documentation sur la relation entre les taux de ventilation extérieure dans les bureaux et la satisfaction des occupants)
 - Investigation of Air and Thermal Environments in a Mock-up Open Plan Office: Measurements and CFD Simulations (Enquête sur l'air et les environnements thermiques dans un bureau à aires ouvertes : mesures et simulations de la dynamique des fluides computationnelle)
 - The Effect of Office Design on Workstation Lighting: Simulation Results (Effet de la conception des bureaux sur la lumière des postes de travail : résultats de la simulation)
 - Effects of Office Design on the Annual Daylight Availability (Effets de la conception des bureaux sur la lumière du jour disponible annuellement)
- Site: irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/02-4-Reports.html#IAQ

The Costs and Financial benefits of Green Buildings, Greg Katz. Ce rapport de 2003 destiné au Sustainable Building

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Préalable 1					

Task Force du California Integrated Waste Management Board est une analyse détaillée des coûts-avantages des bâtiments écologiques, qui conclut qu'une augmentation minimale des coûts initiaux, de l'ordre de 0 à 2 %, peut permettre une conception écologique entraîner des économies, pendant le cycle de vie, de 20 % sur les coûts de construction totaux, soit plus de 10 fois l'investissement initial.

Site: <http://www.ciwmb.ca.gov/greenbuilding/Design/CostIssues.htm>

Recherches sur la ventilation et la qualité de l'air intérieur. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada. L'Institut de recherche en construction du Canada, une division du Conseil national de recherches, contribue depuis longtemps de façon importante aux recherches sur la qualité de l'air intérieur et il publie un certain nombre de guides sur la conception et la construction, ainsi que de nombreux documents de recherche qui peuvent être téléchargés gratuitement. La meilleure façon d'avoir accès à tout l'éventail de ses publications consiste à choisir la rubrique « qualité de l'air » de l'index A-Z. Pour avoir accès aux dernières recherches et publications, faites appel aux options de menu « Projets et publications » de la page d'accueil « Recherches sur la ventilation et la qualité de l'air intérieur ».

Site: <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/iaq/>

Qualité de l'air intérieur. Services d'architecture et de génie, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC). Travaux publics et Services gouvernementaux Canada conserve des listes exhaustives des liens au sujet de la QAI.

Site: <http://www.pwgsc.gc.ca/rps/aes/content/iaq-e.html>

Guide technique pour l'évaluation de la qualité de l'air dans les immeubles à bureaux, Santé Canada, 1995. Document très utile pour les bâtiments existants, qui s'applique également aux nouvelles conceptions de bâtiment, maintenant offert en format Adobe PDF.

Site: http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/air_quality/pdf/93ehd166.pdf

Environmental Protection Agency des États-Unis, IAQ Homepage: Comprend un large éventail d'outils, de publications et de liens portant sur les problèmes de QEI des bâtiments résidentiels et non résidentiels. Les documents sur la QAI pour les écoles et l'*Energy Cost and IAQ Performance of Ventilation Systems and Controls Modeling Study*, qui résume les répercussions des initiatives de QAI sur les coûts, les recettes et la productivité, présentent un intérêt particulier.

Site: www.epa.gov/iaq

Page d'accueil du National Institute for Occupational Safety and Health Indoor Environmental Quality des États-Unis: Donne accès à un large éventail de publications sur la qualité environnementale, y compris des renseignements sur les contaminants comme la moisissure, sur l'amiante, sur les produits chimiques, sur l'asthme, sur les allergies, etc. Les guides sur la conception des bâtiments et de l'équipement de nettoyage, en vue d'une protection contre les attaques délibérées de nature chimique, biologique ou radiologique, sont particulièrement à propos.

Site: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/>

Imprimés

- Norme Z204-94 (R1999) de la CSA, *Ligne directrice pour la gestion de la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments à usage de bureaux*: Cette ligne directrice définit la qualité de l'air intérieur (QAI) acceptable et précise les méthodes qui aident à obtenir une qualité de l'air intérieur acceptable dans les immeubles de bureaux à tous les stades de conception, de construction, de mise en service, d'exploitation et d'entretien.
- Wabeke, Roger, *Air Contaminants and Industrial Hygiene Ventilation: A Handbook of Practical Calculations, Problems, and Solutions*, CRC Press & Lewis Publishers, 1998.
- Moffatt, Donald, *Handbook of Indoor Air Quality Management*, Prentice Hall, 1997.
- Meckler, Marvin, *Improving Indoor Air Quality Through Design, Operation and Maintenance*, Prentice Hall, 1996.
- Miller, E. Willard, et coll., *Indoor Pollution: A Reference Handbook (Contemporary World Issues)*, ABC-CLIO, 1998.

Définitions

Qualité de l'air intérieur: Nature de l'air qui influe sur la santé et le bien-être des occupants du bâtiment.

Syndrome des bâtiments malsains: Il s'agit d'une situation dans laquelle une proportion considérable des occupants d'un bâtiment ressent un inconfort intense et des effets négatifs sur leur santé en raison d'une exposition à l'air contaminé du bâtiment.

Ventilation: Processus consistant à envoyer et à retirer de l'air dans des espaces intérieurs à l'aide de moyens naturels ou mécaniques.

Variantes régionales

Les exigences de la présente condition préalable s'appliquent de façon universelle partout au Canada.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Préalable 1					

Préalable 2

Exigée

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)**But**

Prévenir ou réduire au minimum l'exposition des occupants, des surfaces intérieures et des systèmes du bâtiment à la fumée de tabac ambiante (FTA).

Exigences

Choisir une des options de conformité suivantes :

Option 1. Interdire de fumer dans le bâtiment.

- Interdire de fumer dans le bâtiment
- Situer toute zone extérieure désignée pour les fumeurs à au moins 7,5 mètres (25 pieds) des entrées, des prises d'air extérieures et des fenêtres ouvrantes.

Option 2. Établir une pression négative dans les fumeurs.

- Interdire de fumer dans le bâtiment sauf dans les zones désignées pour les fumeurs.
- Situer toute zone extérieure désignée pour les fumeurs à au moins 7,5 mètres (25 pieds) des entrées, des prises d'air extérieures et des fenêtres ouvrantes.
- Aménager un ou plusieurs fumeurs conçus de manière à contenir efficacement la FTA et à l'évacuer du bâtiment. À tout le moins, l'air du fumeur doit être évacué directement à l'extérieur et il ne doit y avoir aucune recirculation de l'air contenant de la FTA dans la zone où l'on ne fume pas du bâtiment; de plus, le fumeur doit être séparé du reste du bâtiment par des cloisons étanches sur la pleine hauteur entre les dalles et il faut y établir une pression négative moyenne par rapport aux espaces environnants d'au moins 5 Pa (0,02 pouces de colonne d'eau) et d'au moins 1 Pa (0,004 pouces de colonne d'eau) lorsque la ou les portes du fumeur sont fermées.
- Pour vérifier la différence de pression d'air dans les fumeurs, prendre des mesures avec les portes du fumeur fermées sur une période de 15 minutes, à raison d'au moins une mesure aux 10 secondes, de la pression différentielle entre le fumeur et chaque aire adjacente et chaque vide technique. Pour la prise des mesures susmentionnées, chaque espace sera mesuré en prenant en considération les pires conditions de déplacement d'air des fumeurs aux espaces contigus.

Option 3. Réduire les fuites d'air entre les aires fumeurs et non-fumeurs dans les bâtiments résidentiels. Cette option ne vise que les bâtiments résidentiels.

- Interdire de fumer dans toutes les aires communes du bâtiment.
- Situer toute zone extérieure désignée pour les fumeurs à au moins 7,5 mètres (25 pieds) des entrées, des prises d'air extérieures et des fenêtres ouvrantes donnant sur des aires communes.
- Réduire au maximum les voies non contrôlées de transfert de FTA entre les unités résidentielles individuelles en obturant toutes les ouvertures dans les murs, les plafonds et les planchers entre les unités résidentielles, et aussi entre les vides techniques et les unités résidentielles. De plus, toutes les portes des unités

Exigée

résidentielles donnant sur des couloirs communs doivent être dotées d'un coupe-bise pour réduire au maximum les fuites d'air dans les couloirs. L'obturation adéquate des unités résidentielles doit être démontré au moyen de l'essai avec soufflerie dans la porte réalisé conformément à la norme ANSI/ASTM-779-99 en employant la méthode d'échantillonnage progressif décrite au chapitre 4 (Home Energy Rating Systems (HERS) Required Verification And Diagnostic Testing) du California Low Rise Residential Alternative Calculation Method Approval Manual. Les unités résidentielles doivent démontrer une superficie de fuite inférieure à 0,875 cm² par mètre carré (1,25 po² par 100 pi²) de superficie cloisonnée à une pression différentielle de 10 Pa.

Documents à soumettre

- ❑ Fournir la lettre type LEED, signée par le propriétaire du bâtiment ou le responsable, déclarant que le bâtiment sera exploité en vertu d'une politique antitabac sauf dans les zones désignées. Si cette condition préalable fait l'objet d'une vérification en vue de la certification, les documents à soumettre doivent comprendre une lettre signée par le propriétaire ou l'exploitant du bâtiment précisant une politique antitabac conforme à l'*option 1* ou encore une copie des règlements ou des lois municipales, régionales ou provinciales applicables.

OU

- ❑ Pour les *options 2 et 3*, fournir la lettre type LEED, signée par le professionnel responsable, déclarant et démontrant que les critères de conception décrites dans les exigences du crédit ont été respectés et que la performance a été vérifiée à l'aide de la méthode précisée dans les exigences du crédit.

Si une vérification de ce crédit est requise au cours du processus de certification :

- ❑ Pour l'*option 2*, fournir les résultats des tests démontrant la performance en matière de pression différentielle pour les fumoirs désignés, y compris les résultats des pressions différentielles entre chaque espace ou vide technique contigu ; des dessins et un exposé décrivant la façon par laquelle les ouvertures dans les cloisons sont obturées ainsi que les systèmes de ventilation indépendants conçus pour les fumoirs désignés.
- ❑ Pour l'*option 3*, fournir les résultats des essais avec soufflerie dans la porte réalisés conformément à la norme de référence, pour au moins 10 % des 100 premières unités d'habitation du bâtiment et 5 % des autres unités le cas échéant. (Par exemple, dans le cas d'un bâtiment de 150 unités, on doit tester au total $10 + 2,5 = 13$ unités). La répartition des unités testées doit tenir compte des vents et de ces effets sur le bâtiment, c'est-à-dire les effets sur les différents côtés et façades du bâtiment. Les résultats des essais doivent comprendre la superficie de fuite normalisée calculée et la pression de référence des essais pour chaque unité d'habitation testée, ainsi que les températures intérieures et extérieures et les vitesses des vents pendant les essais. Pour les immeubles de grande hauteur construits par temps froid, résumer les mesures employées pour garantir des résultats précis pour les essais avec soufflerie dans la porte.

Exigée

Résumé des normes citées en référence

ANSI/ASTM E779-03 : Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization

American National Standards Institute (ANSI), (202)293-8020

<http://webstore.ansi.org/ansidocstore/product.asp?sku=ASTM+E779%2D03>

La norme définit une procédure et des méthodes de calcul pour effectuer les essais de pressurisation qui visent à mesurer les fuites d'air des murs, des toits et des planchers d'un bâtiment ou d'une unité d'habitation, à l'aide d'un équipement pour essais avec soufflerie dans la porte qui comprend un ou plusieurs ventilateurs dotés de commandes de vitesse ainsi que de détecteurs de pression différentielle et de débit d'air. En général, l'essai avec soufflerie dans la porte sert à mesurer le débit d'air du ventilateur qui entre ou qui sort de l'espace pour une plage de pressions différentielles, par rapport à une pression extérieure moyenne. La courbe résultante peut ensuite servir à estimer la fuite d'air, ainsi que la superficie de fuite nette de l'enveloppe extérieure, pour une pression de référence normalisée (en général 4 Pa). L'utilisation la plus courante de l'essai de pressurisation consiste à confirmer la performance du pare-air de l'enveloppe extérieure du bâtiment ou de l'unité d'habitation, dans le but de réduire au minimum la perte d'énergie par infiltration. En ce qui concerne cette condition préalable, il vise à déterminer la fuite d'air totale de l'enveloppe extérieure et des cloisons intérieures, ainsi que des planchers et des plafonds.

La norme canadienne équivalente est la norme CAN/CGSB-149.10-M86 (Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur). Cette norme est citée dans l'édition de 2001 de la norme R2000 pour les bâtiments visés par la partie 9, qui exige que les maisons R2000 fassent preuve d'une superficie de fuite normalisée à 10 pascals qui n'est pas supérieure à 0,7 cm²/m² (1 po²/100 pi²), soit une exigence plus stricte que le système HERS.

Les deux normes ne s'appliquent spécifiquement qu'aux immeubles de grande hauteur par temps froid, en raison des inexactitudes éventuelles des essais avec soufflerie dans la porte réalisés sous des pressions de poussée élevées (effet de tirage). Si un immeuble résidentiel de grande hauteur relevant de l'option 3 est en construction au moment où les températures extérieures peuvent rendre difficile la réalisation exacte d'essais avec soufflerie dans la porte, les demandeurs peuvent envisager de faire l'essai des unités d'habitation en ouvrant les portes et les fenêtres des étages au-dessus et en dessous l'unité soumise aux essais ainsi que des unités adjacentes. Ils peuvent également avoir recours à d'autres méthodes pour obtenir un rendement équivalent, par exemple le test avec gaz de dépistage.

California Low Rise Residential Alternative Calculation Method Approval Manual, chapitre 4 (Home Energy Rating Systems (HERS) Required Verification And Diagnostic Testing) de la California Energy Commission

http://www.energy.ca.gov/title24/residential_acm/

Ce manuel définit les méthodes de vérification et d'essai sur le terrain du Home Energy Rating System (HERS) de la Californie, qui visent à démontrer le respect de la loi de l'État sur l'efficacité énergétique des habitations (Title 24). Le système HERS porte sur un large éventail d'aspects énergétiques des habitations.

Les procédures d'essai (et de contre-essai selon les besoins) de l'étanchéité de l'enveloppe des unités d'habitation précisées au chapitre 4 (section 4.4.4) sont d'intérêt pour cette condition préalable. Les autres parties de cette norme ne sont pas utilisées pour ce crédit.

Interprétations

- Pour les immeubles résidentiels, à moins qu'il y ait une interdiction de fumer dans tout l'immeuble, on doit présumer que toute unité d'habitation peut être occupée par des fumeurs. Ainsi, toutes les unités d'habitation doivent être traitées comme s'il s'agissait de fumeurs.
- L'option 3 exige que les portes des unités d'habitation soient munies de coupes-bise, même si les corridors sont pressurisés mécaniquement. Les coupes-bise requis visent à réduire au maximum les fuites de fumée de tabac des unités d'habitation vers les corridors communs quand les températures extérieures sont basses ou les vents sont forts créant des pressions plus élevées à l'intérieur des unités d'habitation que dans les couloirs. Les recherches indiquent que cette situation est fréquente.
- Les systèmes de distribution d'air sous plancher (SDASP) sont légèrement plus simples à documenter pour le crédit QE1c2 que les autres systèmes. Puisque le tableau 4 du chapitre 32 du document ASHRAE Fundamentals n'inclut pas de recommandations pour les systèmes sous plancher, utiliser les recommandations du fabricant pour la sélection et l'espacement des diffuseurs, puis s'en remettre au tableau 6.2 de l'appendice N de la norme ASHRAE 62 2001 pour choisir une efficacité de distribution d'air dans la zone. (Noter que l'efficacité de distribution d'air dans la zone est l'équivalent de l'efficacité de renouvellement d'air (ACE, pour air change effectiveness) de la norme ASHRAE 129. Selon le tableau 6.2, les systèmes sous plancher en mode refroidissement ont une ACE supérieure à 0,9. Toutefois, ce ne sont pas tous les modèles de systèmes sous plancher qui présentent une ACE suffisante en mode de chauffage. Par exemple, les systèmes de distribution d'air sous plancher (SDASP) qui chauffent les locaux depuis le plancher (par exemple, par des grilles au pourtour du bâtiment) ont une ACE de 0,8 selon le tableau 6.2. Il se peut que ces systèmes ne se qualifient pas pour ce crédit. L'ACE pour chaque espace dans les modes chauffage et refroidissement doit être documentée et il faut démontrer que l'ACE moyenne dépasse 0,9.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QE1	IPD
Préalable 2					

Exigée

Préalable 2**Synergie du crédit****ÉA Préalable 1**

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Crédit 8

Bâtiment durable

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

QEI Crédit 5

Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et des polluants

QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

La relation entre le tabagisme et les divers risques pour la santé, y compris les maladies pulmonaires, le cancer et les maladies cardiaques, a fait l'objet d'une documentation importante. Le lien étroit entre la fumée de tabac ambiante ou la fumée secondaire, et les risques pour la santé a également été démontré. *Santé Canada* estime que l'exposition à la fumée secondaire cause plus de 1 000 décès par année au Canada.

La façon la plus efficace d'éviter les problèmes de santé associés à la fumée de tabac consiste à interdire l'usage du tabac dans les espaces intérieurs. Si cela n'est pas possible ou souhaitable, les aires intérieures pour fumeurs doivent être isolées des sections non-fumeurs et être dotées de systèmes de ventilation distincts : on vise ainsi à éviter que les contaminants de la fumée de tabac pénètrent dans les zones non-fumeurs.

La *Loi sur la santé des non-fumeurs* de 1989 interdit l'usage du tabac dans les lieux de travail fédéraux et ceux réglementés par les lois fédérales, dans les transports interprovinciaux et à bord des avions. La plupart des provinces ont promulgué des lois et des règlements visant à enrayer le problème de la fumée secondaire dans les lieux publics et plus de 300 municipalités se préparent à adopter des lois antitabac. Cependant, le degré de protection n'est pas uniforme d'une région à une autre.

Environ 80 % de l'exposition à la fumée secondaire survient au travail. Même dans les lieux de travail dotés d'aires désignées pour les fumeurs, la plupart des systèmes de ventilation sont rarement indépendants du système du reste de l'immeuble. Ce sont donc tous

les travailleurs qui sont exposés aux milliers de produits chimiques insipides et inodores qui restent suspendus dans l'air même après que la fumée visible se soit dissipée.

Aspects environnementaux

Les aires pour fumeurs occupent de l'espace dans le bâtiment et peuvent ainsi exiger un bâtiment de plus grande taille, des matériaux supplémentaires et une consommation d'énergie plus élevée pour le traitement de l'air de ventilation. Toutefois, ces aspects « négatifs » peuvent avoir une conséquence positive, car le confort des occupants est amélioré, ils sont plus productifs et l'absentéisme et les jours de congé de maladie sont réduits.

Aspects économiques

Les aires pour fumeurs distinctes entraînent souvent des coûts initiaux plus élevés en raison de l'espace additionnel dans le bâtiment, d'une meilleure étanchéisation entre les salles pour fumeurs et les sections non-fumeurs et des systèmes de ventilation mécanique réservés. L'usage du tabac dans un bâtiment contamine l'air intérieur et peut provoquer des réactions chez les occupants, notamment de l'irritation et une diminution de la productivité ou encore des maladies respiratoires. Ces problèmes entraînent une augmentation des dépenses et de la responsabilité pour les propriétaires des bâtiments, les exploitants et les compagnies d'assurance. Une politique antitabac permet d'éviter ces problèmes : de plus, on n'a pas à étanchéiser et à installer un système de ventilation distinct pour les espaces pour fumeurs. Le contrôle de l'usage du tabac à l'intérieur peut également augmenter la durée de vie utile des luminaires et des articles d'ameublement intérieurs.

Aspects communautaires

L'air est une ressource naturelle communautaire et les mesures visant la promotion d'un air pur sont bénéfiques pour tous. Des politiques antitabac strictes améliorent la santé de la collectivité dans son ensemble, ce qui résulte en une baisse des coûts des soins de santé et d'assurance. L'élimination du transfert d'air contenant de la fumée entre les pièces faisant preuve d'une meilleure étanchéisation et de pressions contrôlées réduit l'irritation, les maladies et les plaintes des voisins non-fumeurs.

Conception

Stratégies

Il existe deux stratégies principales pour le contrôle de la fumée de tabac ambiante :

1. Interdire l'usage du tabac dans l'immeuble et près des entrées, des fenêtres ou des prises d'air extérieur du bâtiment.
2. Installer des salles fumeurs réservées comportant des ensembles périmétriques étanches, des systèmes de ventilation qui font en sorte que la fumée n'est pas transférée aux salles non-fumeurs et/ou installer de l'équipement d'évacuation de la fumée, en plus de prévoir un débit d'air de ventilation important non recirculé.

Dans les cas où l'usage de tabac est interdit, la conception doit prévoir des zones désignées pour fumeurs à l'extérieur du bâtiment situé à des endroits où la fumée de tabac ambiante ne pénétrera pas dans le bâtiment ou dans le système de ventilation et qui sera à une certaine distance des lieux où les occupants du bâtiment se rassemblent et que les gens circulent. Affichez

l'information sur la politique antitabac afin que les occupants puissent la lire et installez des cendriers et des récipients à rebuts afin de réduire les déchets propres aux fumeurs.

Si des salles de fumeurs sont prévues à l'intérieur de l'immeuble, on doit installer un système de ventilation distinct. De plus, les murs, les plafonds et les planchers des salles pour fumeur doivent être minutieusement étanchéisés afin d'éliminer le transfert de fumée. Les salles pour fumeurs doivent être maintenues en permanence à une pression inférieure à celle des autres parties du bâtiment : en général ceci requiert un système d'évacuation distinct et une ventilation supplémentaire provenant directement de l'extérieur ou transférée des salles adjacentes. Souvent, dans les salles de fumeurs où on prévoit un grand nombre de fumeurs, la quantité d'air de ventilation et à évacuer est énorme et on installe alors de l'équipement spécialisé d'enlèvement de la fumée tel que les filtres électrostatiques.

La norme *ASHRAE 62-2001* précise les exigences en matière d'air extérieur pour les salles de fumeurs. Les aires pour fumeurs font en général preuve de taux de ventilation supérieur à ceux des salles non-fumeurs : on vise ainsi à enlever les contaminants des lieux. En général, les salles où il est permis de fumer doivent disposer d'une ventilation deux fois plus élevée que celle des salles non-fumeurs comportant un nombre d'occupants semblable. Pour de plus amples renseignements sur la conception de la ventilation pour les salles pour fumeurs, reportez-vous à la norme.

Synergies et compromis

L'étanchéisation des murs périmétriques, des plafonds et des planchers, ainsi que l'installation de systèmes de ventilation

distincts en vue de l'isolation des aires pour fumeurs des autres parties du bâtiment, exigent une attention particulière au sujet de la mise en service, de la mesure et de la vérification. L'usage du tabac, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, influe sur la performance du bâtiment en matière de QAI. La fumée peut pénétrer dans le bâtiment par les fenêtres ouvrantes et par les prises d'air ou encore par le système de ventilation desservant les salles de fumeurs. Il peut être avantageux d'aborder la question de la concentration de fumée dans le bâtiment de concert avec les sources de produits chimiques et de polluants dans le bâtiment.

Ressources

Sites Web

Sites Web des commissions provinciales des accidents du travail, par exemple : Part 4: General Conditions / Occupational Health and Safety Regulation - WCB of BC, Sections 4.81-4.83 Environmental Tobacco Smoke.

Site: <http://regulation.healthandsafety-centre.org/s/GuidelinePart4.asp#SectionNumber:G4.81>

Les faits - La fumée secondaire: Document de Santé Canada sur les effets de la fumée secondaire et les mesures visant à réduire l'exposition des humains à celle-ci.

Site: http://www.hc-sc.gc.ca/english/media/releases/2002/2002_64bk3.htm

Setting the Record Straight: Secondhand Smoke Is a Preventable Health Risk: Document de l'EPA comportant une discussion sur les recherches en laboratoire sur la fumée secondaire et les lois fédérales destinées à atténuer les problèmes liés à la fumée secondaire.

Site: <http://www.epa.gov/smokefree/pubs/strsfs.html>

Loi sur la santé des non-fumeurs L.R., 1985, ch. 15 (4e suppl.): Loi qui réglemente l'usage du tabac dans les lieux de travail fédéraux et à bord des transporteurs publics et qui modifie la Loi sur les produits dangereux en rapport avec la publicité sur la cigarette.

Site: <http://laws.justice.gc.ca/en/N-23.6/85781.html>

Imprimés

- Jenkins, R.A., et coll., *The Chemistry of Environmental Tobacco Smoke: Composition and Measurement, Second Edition*, CRC Press & Lewis Publishers, 2000.
- Galloway, Arlene. *The Smoke-Free Guide: How to Eliminate Tobacco Smoke from Your Environment*, Gordon Soules Book Publishers, 1988.

Définitions

Efficacité du renouvellement d'air: Mesure se fondant sur une comparaison entre l'âge de l'air dans les parties occupées du bâtiment et l'âge de l'air qui serait présent si un mélange parfait de l'air de ventilation était respecté.

Âge de l'air: Temps moyen qui s'est écoulé depuis qu'un échantillon de molécules d'air présent à un endroit précis a pénétré dans le bâtiment.

Fumée de tabac ambiante ou fumée secondaire: Particules aéroportées produites par la combustion du tabac des cigarettes, des pipes et des cigares et l'air expirée par les fumeurs. Ces particules contiennent environ 4 000 composés différents dont environ 40 sont réputés cancérigènes.

Variantes régionales

Les exigences de la présente condition préalable s'appliquent de façon universelle partout au Canada.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Préalable 2					



AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 1					

1 Point

Contrôle du gaz carbonique (CO₂)

But

S'assurer que le système de contrôle de la qualité de l'air intérieur (QAI) est en mesure d'aider à maintenir le confort et le bien-être à long terme des occupants.

Exigences

Installer un système permanent de contrôle du gaz carbonique (CO₂) qui fournit des informations sur la performance de la ventilation des espaces, sous une forme permettant des ajustements opérationnels. Se reporter au différentiel de CO₂ pour tous les types d'usage conformément à la norme ASHRAE 62-2001, appendice C.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur en mécanique ou par le responsable, déclarant et résumant l'installation, la conception opérationnelle et les commandes/zones de contrôle pour le système de contrôle du gaz carbonique. Pour les bâtiments à usages multiples, calculer les niveaux de CO₂ pour chaque usage et niveau d'activité distincte.
- Les documents à soumettre, si le crédit fait l'objet d'une vérification en rapport avec la certification, devront comprendre les dessins, les spécifications et les fiches techniques qui décrivent le système de contrôle du gaz carbonique qui est installé. Adjoindre un exposé qui décrit la séquence d'exploitation et de contrôle des systèmes de ventilation du bâtiment, ainsi que les points de réglage et de contrôle initial et les plages opérationnelles des paramètres de contrôle.

Résumé des normes citées en référence

Bien qu'il n'y ait aucune norme citée directement pour ce crédit, la norme ASHRAE 62-2001 donne des directives sur la ventilation des systèmes de ventilation comportant des détecteurs de CO₂ en vue du contrôle des débits d'air extérieur, en plus de recommander des concentrations différentielles de CO₂ (par rapport à l'air extérieur) pour divers niveaux d'activités des occupants.

Interprétations

- Les détecteurs et les contrôles de CO₂ doivent réagir non seulement aux concentrations de CO₂ à l'intérieur, mais également à la différence entre les niveaux à l'intérieur et à l'extérieur.
- Les systèmes de CVCA prévus pour des espaces qui sont susceptibles de faire preuve de niveaux élevés de CO₂ doivent être conçus de façon à ce que les autres espaces ne soient pas soumis à une ventilation excessive.

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

On fait entrer de l'air extérieur dans les bâtiments afin d'évacuer les contaminants dans l'air et de renouveler l'air de manière périodique. Des niveaux élevés de CO₂ sont en général une indication de piètre qualité de l'air intérieur (QAI), ainsi que de niveaux élevés de bioeffluents humains, d'odeurs et d'autres polluants atmosphériques intérieurs. Le maintien de faibles concentrations de CO₂ semblables à celles qu'on retrouve à l'extérieur est une stratégie qui permet d'optimiser la qualité de l'air intérieur. Par le passé, la norme ASHRAE 62, les normes de l'AHST et les règlements locaux ont orienté les ingénieurs mécaniques vers la conception des systèmes qui fournissent un débit d'air extérieur minimal constant même si le taux d'occupation varie. Toutefois, un débit d'air extérieur fixe ne peut pas convenir à des nombres variés d'occupants et il peut s'avérer difficile de remédier à la situation de manière fiable à l'aide de systèmes à volume d'air variable.

L'utilisation répandue de système de CVCA à commandes numériques directes et la présence sur le marché de détecteurs de CO₂ économiques et fiables rendent relativement simple l'utilisation de débits d'air extérieur réglés en fonction du nombre d'occupants. La méthode type consiste à mesurer les concentrations de CO₂ dans des espaces particuliers ou dans les dispositifs d'air de reprise, puis à ajuster les volets d'air extérieur et/ou les volumes d'air envoyés afin que le débit d'air extérieur concorde avec le nombre de personnes dans le bâtiment ou dans des espaces particuliers. Toutefois, on doit veiller à ce que le débit d'air

extérieur minimal traite correctement les polluants atmosphériques non générés par les occupants, comme les COV, les solvants, etc., et que les débits d'air extérieur ne provoquent pas inutilement une augmentation de consommation d'énergie du système de CVCA.

Aspects environnementaux

Une QAI optimale obtenue à l'aide de détecteurs de CO₂ peut parfois entraîner des taux de ventilation plus élevés lorsqu'un plus grand nombre de personnes occupent des espaces particuliers que ce qui est prévu par les normes de conception comme la norme ASHRAE 62, ce qui peut provoquer une augmentation de la consommation d'énergie dans le bâtiment. Cependant, le contrôle avec détecteurs de CO₂ résulte en général en une consommation d'énergie moindre par le système de CVCA, car en vertu d'une bonne conception, le débit d'air extérieur est réduit à un niveau qui contrôle les contaminants non humains dans les espaces qui contiennent peu ou pas d'occupants.

Aspects économiques

Les répercussions éventuelles des problèmes de qualité de l'air comprennent notamment une diminution de la productivité au travail ou encore des problèmes de santé temporaires ou permanents pour les occupants du bâtiment. Un système permanent de contrôle de la pollution de l'air intérieur permet aux propriétaires du bâtiment, au personnel d'entretien et aux occupants de détecter les problèmes de qualité de l'air relativement rapidement, afin que des mesures correctives puissent être prises. Le recours à des détecteurs de CO₂ et à un contrôle numérique direct des débits d'air extérieur envoyés aux différentes salles ou zones permet de

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 1					

Synergie du crédit

ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

QEI Crédit 5

Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et des polluants

QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

QEI Crédit 7

Confort thermique

corriger la piètre qualité de l'air intérieur, ainsi que d'éventuelles économies sur le plan des coûts énergétiques.

Les systèmes de contrôle du CO₂ entraînent une légère augmentation des coûts de construction de ces systèmes en raison des coûts d'équipement et d'installation (détecteurs et commandes). Les coûts initiaux ont chuté rapidement au cours des dernières années avec l'évolution de la technologie : actuellement, les prix de l'équipement installé varient de 5 000 à 10 000 \$ par point d'échantillonnage (selon la qualité de l'équipement et le nombre de points d'échantillonnage), tandis que les coûts annuels de l'entretien de l'équipement et des procédures d'étalonnage sont en général de moins de 2 000 \$ au total. Le coût initial du système de contrôle ou de surveillance est souvent amorti par la réduction de l'absentéisme et l'augmentation de la productivité des occupants, ainsi que par les économies d'énergie. Souvent, la durée de vie du système CVCA est prolongée et son fonctionnement est plus efficace en raison d'un bon contrôle de la qualité de l'air.

Aspects communautaires

Un système permanent de contrôle de qualité de l'air permet de s'assurer qu'on dispose des moyens pour maintenir un air intérieur de grande qualité, en plus de la possibilité d'assurer le bien-être des occupants du bâtiment et d'augmenter la productivité. Une meilleure santé des occupants entraîne une diminution des coûts de l'assurance-santé et des soins de santé.

Conception

Stratégies

L'élaboration d'une méthode adéquate et efficace d'échantillonnage du gaz

carbonique est largement tributaire du type de système de ventilation utilisé. Dans la présente section, on donne des indications sur la façon d'élaborer une méthode d'échantillonnage efficace.

On doit choisir les endroits d'échantillonnage du CO₂, de manière à produire des résultats représentatifs des concentrations moyennes dans les espaces occupés desservis par chaque système de CVCA. Ces endroits doivent se trouver là où les problèmes sont les plus importants en matière de ventilation adéquate par le système de CVCA : il s'agit en général des lieux présentant les taux d'occupation les plus variables (par exemple les salles de conférence, les auditoriums, les salles de formation, etc.) et pour lesquels les conduits d'air sont les plus longs.

Un contrôle de la ventilation automatique doit être prévu pour tous les systèmes de CVCA qui desservent un grand nombre d'espaces faisant preuve de divers types ou horaires d'occupation ainsi que pour les espaces dont les taux d'occupation sont variables. On peut se servir d'un contrôle manuel de la ventilation pour les espaces présentant des taux d'occupation fixes, mais le système automatique est celui qui offre le contrôle du réglage qui s'adapte le mieux. Les espaces dont le taux d'occupation est fixe doivent être contrôlés séparément ou encore ils peuvent être combinés en petits groupes si la surface de plancher totale du groupe est raisonnablement petite. L'emplacement optimal pour l'échantillonnage dans une salle est de 6 à 10 pieds de la personne la plus près. Les emplacements doivent être disposés de façon à éviter l'échantillonnage de l'air à faible concentration de CO₂ qui pénètre dans l'espace par les fenêtres ouvertes et les ouvertures d'aération.

Pour les systèmes de CVCA qui desservent de nombreux espaces

présentant des taux et des horaires d'occupation semblables, et dont la surface de plancher totale est petite, les points d'échantillonnage de CO₂ intérieur peuvent se trouver dans le conduit d'air de reprise, à la jonction où l'air de reprise de plusieurs endroits est combiné. Il est important, de s'assurer que le détecteur est disposé à une distance suffisante des sorties d'évacuation de l'air de reprise ou des prises d'air extérieur, pour garantir une lecture représentative des concentrations de CO₂ intérieur plutôt que des mélanges d'air. Les joints des conduits de reprise doivent être correctement étanchéisés pour la même raison. On doit tenir compte des changements dans l'occupation et les horaires pour établir et revoir les points de réglage de ventilation. Les concepteurs doivent tenir compte du fait que la concentration de CO₂ détectée de cette façon est une moyenne de toutes les salles desservies par le segment de conduit de reprise. Cette méthode ne peut pas évaluer les besoins en ventilation de différents espaces qui ont des taux d'occupation ou des horaires très variables.

On doit comparer les concentrations de CO₂ intérieur aux concentrations de CO₂ extérieur, afin de déterminer le point différentiel auquel les taux de ventilation doivent être ajustés :

- Le niveau de CO₂ différentiel qui active la ventilation dans chaque espace doit se fonder sur le degré d'activité des occupants et le taux métabolique correspondant défini dans la norme ASHRAE 55-1992, Appendice A, *tableau 4*.
- Pour les salles dans lesquelles les occupants sont sédentaires, la norme ASHRAE 62-2001 recommande des concentrations différentielles de CO₂ d'environ 700 parties par million (ppm), par rapport à l'air extérieur.

On doit ajuster le point de réglage différentiel en fonction du degré d'activité des occupants et du taux métabolique pour les activités non sédentaires.

L'entrepreneur doit étalonner et tester les systèmes de contrôle de la ventilation et CO₂ et leur bon fonctionnement doit être vérifié dans le cadre du processus de mise en service du bâtiment. Des vérifications périodiques, un réétalonnage et un entretien sont nécessaires pour assurer des performances fiables une fois que le bâtiment est occupé. Les emplacements des détecteurs doivent tenir compte des améliorations futures par les locataires.

Technologies

Les systèmes actuels comprennent des systèmes d'aspiration à détecteurs communs et des détecteurs répartis. Les détecteurs répartis sont soit câblés ou branchés au circuit d'alimentation électrique et ils se servent de la communication par ondes porteuses. Une fois que le système est correctement étalonné, on évalue la qualité des débits d'air dans l'ensemble du bâtiment. On doit préciser l'étalonnage annuel des détecteurs à effectuer conformément aux instructions du fabricant, dans le manuel d'utilisation du système de CVCA. On doit inclure les essais de fonctionnement des détecteurs et des systèmes ainsi que le réglage initial des points de contrôle dans le plan et le rapport de mise en service.

Synergies et compromis

Le contrôle du CO₂ exige l'installation d'un équipement supplémentaire ainsi qu'une attention particulière pour la mise en service, la mesure et la vérification. Les systèmes de CVCA existants des bâtiments rénovés peuvent empêcher l'optimisation des taux de ventilation avec un contrôle du CO₂, en

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 1					

raison d'un équipement de CVCA peu polyvalent ou de prises d'air extérieur inadéquates.

Le contrôle des niveaux de CO₂ a des répercussions importantes sur la performance globale en matière de QAI et sur le contrôle des produits chimiques et des polluants, ainsi qu'une incidence résultante sur les taux de ventilation et le confort thermique. Des taux de ventilation adéquats sont essentiels pour assurer la réussite des programmes d'efficacité énergétique et de qualité de l'air. Le contrôle du CO₂ peut être utilisé activement ou passivement pour modifier les taux de ventilation, au besoin.

Ressources

Sites Web

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE): Progrès scientifiques concernant le chauffage, la ventilation, la climatisation et la réfrigération pour le bien public par des recherches, la rédaction de normes, l'éducation permanente et les publications.

Site: www.ashrae.org

Guide technique pour l'évaluation de la qualité de l'air dans les immeubles à bureaux: Publication de Santé Canada sur les sources de QAI dans les bâtiments et méthodes pour prévenir et régler les problèmes de QAI.

Site: www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/qualite_air/pdf/93dhm166.pdf

Building Air Quality: A Guide for Building Owners and Facility Managers: Publication de l'EPA sur les sources de QEI des bâtiments et les méthodes servant à prévenir et à régler les problèmes de QEI.

Site: http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/baq_page.htm

Demand Control Ventilation Using CO₂: ASHRAE Journal, février 2001
Schell, M. & Inhout, D. Résume les problèmes de conception des systèmes de ventilation contrôlés par la demande qui utilisent le CO₂ comme indicateur, avec des discussions sur les technologies, leur fiabilité, leur application, l'installation et l'entretien.

Site: <http://www.ashrae.org/template/JournalLanding>

Demand Control Ventilation Using CO₂ Sensors: Enquête sur les systèmes de ventilation contrôlés par la demande utilisant des détecteurs de CO₂, avec des renseignements sur les technologies, les coûts initiaux et d'exploitation, l'application, la performance et l'entretien, en plus d'une étude de cas portant sur un bureau. La liste des fabricants et des utilisateurs de détecteurs et de commandes est particulièrement utile.

Site: http://www.eere.energy.gov/femp/pdfs/fta_co2.pdf

Real-Time Ventilation Control: HPAC Engineering, M. Schell. Pratiques exemplaires pour le contrôle de la ventilation de zone à l'aide de détecteurs de CO₂, avec discussions sur les mesures concernant l'air extérieur, les taux de ventilation minimaux et une étude d'une amélioration du débit d'air variable.

Site: <http://www.hpac.com/member/feature/2002/0204/0204schell.htm>

Imprimés

- *Norme CSA Z204-94 (R1999), Ligne directrice pour la gestion de la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments à usage de bureaux:* Cette ligne directrice définit la qualité de l'air intérieur (QAI) acceptable et précise

les méthodes qui aident à obtenir une qualité de l'air intérieur acceptable dans les immeubles de bureaux à tous les stades de conception, de construction, de mise en service, d'exploitation et d'entretien.

- *Application Guide: Indoor Air Quality Standards of Performance*, ASHRAE, 2000.
- *Norme ASHRAE 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, ASHRAE, 2004.
- *Norme ASHRAE 62-2001: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, ASHRAE, 2001.
- *ASTM D 6245-1998: Standard Guide for Using Indoor Carbon Dioxide Concentrations to Evaluate Indoor Air Quality and Ventilation*, ASTM, 1998.
- *Building Design Series, Volume 2: Heating, Ventilating, and Air Conditioning*, Prentice Hall, 1998.
- M.B. Schell, S.C. Turner, et R.O. Shim, "Application Of CO₂ Demand-Controlled Ventilation Using ASHRAE 62: Optimizing Energy Use And Ventilation," ASHRAE Transactions, vol. 104, pt. 2, pp. 1213-1225, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 1998.

Définitions

Gaz carbonique (CO₂) : Dans ce contexte, le CO₂ est utilisé comme indicateur de la qualité de l'air intérieur résultant de l'occupation des bâtiments par les personnes. On a déterminé qu'une concentration différentielle de CO₂ de l'ordre de 700 ppm, par rapport à celle de l'air extérieur, respecte les critères de confort se rapportant aux bioeffluents humains ou aux odeurs.

Air de reprise: Air évacué des espaces conditionnés qui est soit recyclé dans le bâtiment ou soit évacué à l'extérieur.

Taux métabolique: Taux métabolique d'une personne, qui varie selon le degré d'activité.

Débit d'air: Air envoyé dans les espaces conditionnés en vue d'une utilisation pour la ventilation, le chauffage, la climatisation, l'humidification et la déshumidification de ces espaces.

Variantes régionales

Les exigences du présent crédit s'appliquent de façon universelle partout au Canada.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 1					

Crédit 1**Étude de cas****Student Centre, Campus de Scarborough****Université de Toronto**

Scarborough, Ontario

Dunlop Architects Inc. 2004

La nouvelle installation de 4352 m² a été conçue dans le but d'enrichir la vie étudiante par la création d'un lieu significatif, facilement identifiable à l'expérience universitaire des étudiants. Le haut rendement énergétique de l'édifice est maintenu par des mécanismes de mesure et de vérification constants. Le contrôle des concentrations de gaz carbonique optimise la qualité de l'air intérieur. Les fenêtres ouvrantes optimisent la ventilation passive et le confort des occupants par une maîtrise individuelle indépendante sur l'environnement intérieur, réduisant ainsi la dépendance par rapport au système CVCA et l'utilisation de ce dernier. L'aire publique communicante centrale crée une « cheminée de ventilation » naturelle qui évacue l'air des espaces contigus grâce à des fenêtres ouvrantes mécanisées commandées par des capteurs.

*Photo: Dunlop Architects Inc.*

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
-----	-----	----	----	-----	-----

Crédit 2

But

Assurer l'efficacité de l'apport et de la distribution d'air alimenté afin de favoriser la sécurité, le confort et le bien-être des occupants du bâtiment.

1 Point

Exigences

Pour les bâtiments ventilés par des systèmes mécaniques, concevoir les systèmes de ventilation de façon à obtenir une efficacité de renouvellement d'air (Eac) égale ou supérieure à 0,9 selon la norme ASHRAE 129-1997. Pour les espaces ventilés naturellement, démontrer une distribution et un écoulement laminaire de l'air dans au moins 90 % de la pièce ou de la zone, dans le sens de l'écoulement d'air, et ce pendant au moins 95 % des heures d'occupation.

Documents à soumettre

- ❑ Pour les espaces ventilés par des systèmes mécaniques : fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur en mécanique ou par le responsable, déclarant que la conception permet d'atteindre une efficacité de renouvellement d'air (Eac) de 0,9 ou supérieure dans chaque type de pièce régulièrement occupée. Inclure un tableau résumant l'efficacité des renouvellements d'air assurée pour chaque type de pièce.

En cas de vérification pendant l'examen de certification, les documents soumis devraient comprendre :

Un rapport résumant les résultats de tests avec gaz de dépistage de l'efficacité du renouvellement d'air respectant la norme ASHRAE 129-1997 pour des espaces échantillons représentatifs des principales occupations du bâtiment. Le rapport doit préciser le type de test(s) avec gaz de dépistage utilisé, l'heure de début et d'arrêt, les concentrations correspondantes de gaz de dépistage, les débits d'air d'apport et d'évacuation, l'âge de l'air, les constantes de temps nominales et l'efficacité du renouvellement de l'air pour chaque espace testé.

OU

- ❑ Pour les espaces ventilés par des systèmes mécaniques : fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur en mécanique ou par le responsable, déclarant que la conception est conforme aux approches de conception recommandées dans la norme ASHRAE 2001, Fundamentals Handbook Chapter 32, Space Air Diffusion.

En cas de vérification pendant l'examen de certification, les documents soumis pour ce crédit devraient comprendre :

Des plans et des sections à l'échelle indiquant les éléments essentiels du système de ventilation de chaque type de salle régulièrement occupée, en respectant le chapitre 32 du Fundamentals Handbook 2001 de l'ASHRAE, « Space Air Diffusion guidance ». Ces renseignements doivent indiquer les entrées et les sorties, les rejets d'air, la zone occupée, les meubles et les sources de chaleur types. Pour les systèmes à mélange, on doit également inclure les longueurs caractéristiques des salles et l'indice ADPI pour chaque

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 2					

1 Point

type de salle; pour les systèmes à déplacement et unidirectionnels, les croquis doivent aussi indiquer la distribution prévue des zones stratifiées. Tous les documents soumis doivent comprendre les horaires et les fiches techniques de l'équipement des prises d'entrée et de sortie terminales installées, avec indication numérique faisant le lien avec les dessins, ainsi qu'un rapport d'inspection de l'ouvrage fini avec des photographies de chaque type de salle. La conformité globale doit être démontrée pour le chauffage et la climatisation.

OU

- Pour les espaces ventilés naturellement : fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur en mécanique ou par le responsable, déclarant que la conception assure une ventilation efficace dans au moins 90 % de chaque pièce ou zone régulièrement occupée pour au moins 95 % des heures d'occupation.

En cas de vérification pendant l'examen de certification, les documents soumis pour ce crédit devraient comprendre :

Un rapport résumant les résultats du test de débit d'air (dynamique des fluides computationnelle ou débit d'air nodal) pour chaque type de zone régulièrement occupé, en mode de chauffage et de climatisation. Le rapport doit comprendre un bref texte décrivant les modes opérationnels du système, des graphiques indiquant les types de débit d'air des zones et du bâtiment, ainsi que les vents locaux dans chaque direction par rapport aux points cardinaux et chaque direction prédominante. De plus, préciser la dynamique des fluides computationnelle ou le programme de modélisation du débit d'air du réseau qui a été utilisé.

Résumé des normes citées en référence

ASHRAE 129-1997: Measuring Air-Change Effectiveness

ASHRAE, www.ashrae.org, (800) 527-4723

Cette norme décrit une méthode de mesure de l'efficacité du renouvellement de l'air dans les bâtiments et les espaces à ventilation mécanique, à l'aide d'une procédure avec gaz de dépistage, qui a pour but de déterminer l'âge de l'air dans les espaces aérés. L'efficacité du renouvellement de l'air (E_{ac}) est influencée par le type de débit d'air extérieur dans les espaces aérés du bâtiment et par la recirculation effectuée par les systèmes mécaniques. Si l'air de ventilation dans un espace est mélangé à la perfection ($E_{ac} = 1$), le débit d'air extérieur dans l'espace aéré doit être identique au taux requis de circulation d'air extérieur. L'exigence du crédit précise une valeur minimale de 0,9 pour le facteur E_{ac} .

ASHRAE Fundamentals Handbook 2001, Chapter 32: Space Air Diffusion

ASHRAE, www.ashrae.org, (800) 527-4723

Cette ligne directrice décrit des stratégies et des technologies de diffusion de l'air, des méthodes d'évaluation et des questions touchant la conception des systèmes. Elle comprend des procédures pour la sélection d'un diffuseur et pour les calculs de l'indice de performance d'un ensemble de diffuseurs d'air (ADPI).

Interprétations

- Bien que la présence de fenêtres ouvrantes puisse être suffisante pour démontrer la conformité à la condition préalable QEIp1, les fenêtres seules ne suffisent pas à démontrer le respect du crédit QEIc2. Dans le cas de salles à ventilation naturelle, on doit se servir de simulations réalisées à l'aide de modèles de débit d'air du réseau ou de la dynamique des fluides computationnelle pour démontrer l'efficacité de la ventilation requise, accompagnées d'un exposé détaillé et de graphiques indiquant les types de débit d'air dans les salles occupées régulièrement.
- Pour les projets qui respectent les méthodes de conception recommandées précisées au chapitre 3 de l'ASHRAE Fundamentals Handbook 2001, « Space Air Diffusion », les tests avec gaz de dépistage ne sont pas obligatoires.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 2					

1 Point

Crédit 2**Synergie du crédit****AÉS Crédit 1**

Sélection de l'emplacement

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Préalable 2

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

QEI Crédit 1Contrôle du gaz carbonique (CO₂)**QEI Crédit 5**

Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et des polluants

QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

QEI Crédit 7

Confort thermique

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Une ventilation inadéquate dans un bâtiment réduit le confort des occupants et nuit à leur bien-être, tandis qu'une surventilation consomme de grandes quantités d'énergie sans aucun avantage. Toutefois, une bonne conception de système équilibre les taux de ventilation et l'efficacité énergétique.

Aspects environnementaux

Une qualité de l'air intérieur (QAI) optimale est bénéfique pour les occupants du bâtiment et entraîne un plus grand confort, une réduction de l'absentéisme et une augmentation de la productivité. Toutefois, on doit prendre garde d'éviter toute surventilation avec des systèmes mécaniques, en raison de la possibilité de gaspillage d'énergie.

Aspects économiques

Une ventilation adéquate dans un bâtiment renforce généralement la satisfaction des occupants, augmente la productivité et réduit les problèmes de santé. Pour une entreprise, il en résulte ainsi une hausse de la rentabilité. Cependant, une ventilation excessive exige plus d'énergie. Par conséquent, la conception doit optimiser l'efficacité de la ventilation afin de tirer le plus possible avantage du débit d'air et éviter une surventilation.

Une conception de système de ventilation mécanique bien exécutée ne coûte en général pas plus à la construction qu'un système médiocre. De plus, les nombreuses études de cas réalisées récemment démontrent qu'il n'y a pas ou peu de coûts supplémentaires pour la ventilation par déplacement par rapport aux systèmes de distribution d'air par le plafond ou par les parois latérales.

Les systèmes qui ne font appel qu'à la ventilation naturelle peuvent être bien moins coûteux à construire et à exploiter que les systèmes de ventilation mécanique, mais ils exigent un climat adéquat ainsi qu'une forme et une enveloppe de bâtiment adaptées aux vents locaux et à l'angle solaire et dans le cas de grands bâtiments, une analyse de conception plus complète comprenant une modélisation du débit d'air du réseau ou de la dynamique des fluides computationnelle.

Aspects communautaires

Une distribution de la ventilation et un débit d'air optimal améliorent la QAI, ce qui résulte en une diminution des coûts de soins de santé et d'assurance-santé, en plus d'améliorer le bien-être des occupants du bâtiment.

Conception

Stratégies

Les valeurs minimales des taux de ventilation dans un espace sont déterminées par la norme ASHRAE 62-2001 dans le cadre de la condition préalable 1 de QEI. Le crédit 2 de QEI rehausse les exigences minimales en matière de qualité de l'air intérieur en s'assurant qu'une ventilation supérieure est envoyée le plus directement possible aux occupants du bâtiment. En général, ce crédit récompense une conception de système architectural et mécanique qui augmente l'efficacité de la ventilation, le déplacement d'air extérieur et l'apport d'air dans la zone occupée, plutôt que dans les portions de zones où il n'y a personne.

Il y a trois méthodes de ventilation des bâtiments : la ventilation mécanique, la ventilation naturelle et la ventilation mixte.

1. Les *systèmes de ventilation mécanique* font appel à des ventilateurs mécaniques, des conduits et des diffuseurs pour aérer les espaces occupés. Les systèmes mécaniques offrent la meilleure fiabilité et le meilleur contrôle, mais ils exigent de l'énergie pour faire tourner les ventilateurs et des coûts en capital élevés pour garantir le confort et une bonne ventilation.
2. Les *systèmes de ventilation naturelle* définissent la forme du bâtiment afin de tirer le plus possible avantage du régime local des vents et des effets de tirage en utilisant des fenêtres ouvrantes, des tuyaux de ventilation et des ouvertures dans le toit pour aérer les espaces occupés. En général, les systèmes de ventilation naturelle offrent à la plupart des occupants un contrôle distinct et un lien avec l'extérieur, et leurs coûts d'exploitation et d'entretien peuvent être bas. La possibilité d'effectuer une modélisation informatique peu coûteuse et perfectionnée du débit d'air du réseau et de la dynamique des fluides computationnelle peut aider grandement la conception de bâtiments à ventilation naturelle (espaces critiques et régulièrement occupés).
3. Les *systèmes mixtes* font appel à une ventilation mécanique et une ventilation naturelle pour garantir une ventilation efficace et un confort élevé, sans égard aux conditions extérieures. Souvent, on se sert de systèmes mécaniques de taille restreinte dans les cas où l'apport naturel en air extérieur serait moins efficace et/ou résulterait en une augmentation des charges de climatisation ou de chauffage.

méthode, y compris l'emplacement du bâtiment, le climat régional et les conditions microclimatiques locales, ainsi que les préférences du client, pour prendre la décision finale dans le choix du système de ventilation.

La norme ASHRAE 129-1997 décrit une méthode d'essai pour la quantification de l'efficacité du renouvellement d'air pour une structure de salle donnée. La valeur mesurée dépend de la forme de la salle, de l'ampleur de la recirculation mécanique de l'air, de l'emplacement des objets produisant de la chaleur et du mouvement de l'air. Étant donné que ces variables sont propres à chaque conception, une maquette en vraie grandeur constitue la méthode la plus efficace de vérifier le facteur E de manière sûre. Les essais réalisés en vertu de la norme ASHRAE 129-1997 s'effectuent principalement en laboratoire et ils ne conviennent pas à la plupart des applications sur le terrain. Par conséquent, la norme est citée à titre de référence supérieure pour la démonstration de l'efficacité de la ventilation.

Pour les systèmes mécaniques, le respect du crédit peut également être réalisé en respectant et en décrivant l'utilisation des méthodes de conception recommandées au chapitre 32 du *Fundamentals Handbook* de la norme ASHRAE de 2001, « Space Air Diffusion ». Dans le cas d'un système à ventilation naturelle ou à ventilation mixte, on doit respecter et décrire des méthodes de conception semblable à celles exposées dans le *CIBSE Application Manuals* <www.cibse.org> : AM10, « Natural Ventilation in Non-domestic Buildings »; AM 11, « Building Energy & Environmental Modeling » et AM13, « Mixed Mode Ventilation ».

Les équipes de projet doivent évaluer les points forts et les points faibles de chaque

Technologies

La ventilation par déplacement (faible vitesse, ventilation à bas ΔT avec conduits de ventilation situés près de la partie inférieure de la zone occupée et conduits de reprise situés à la partie supérieure) offre en général une distribution d'air plus efficace que les systèmes plus généraux de type mixte.

Pour les systèmes de CVCA mécaniques, le chapitre 32 du Fundamentals Handbook 2001 de l'ASHRAE, « Space Air Diffusion guidance », énumère les cinq principaux types de sorties d'air :

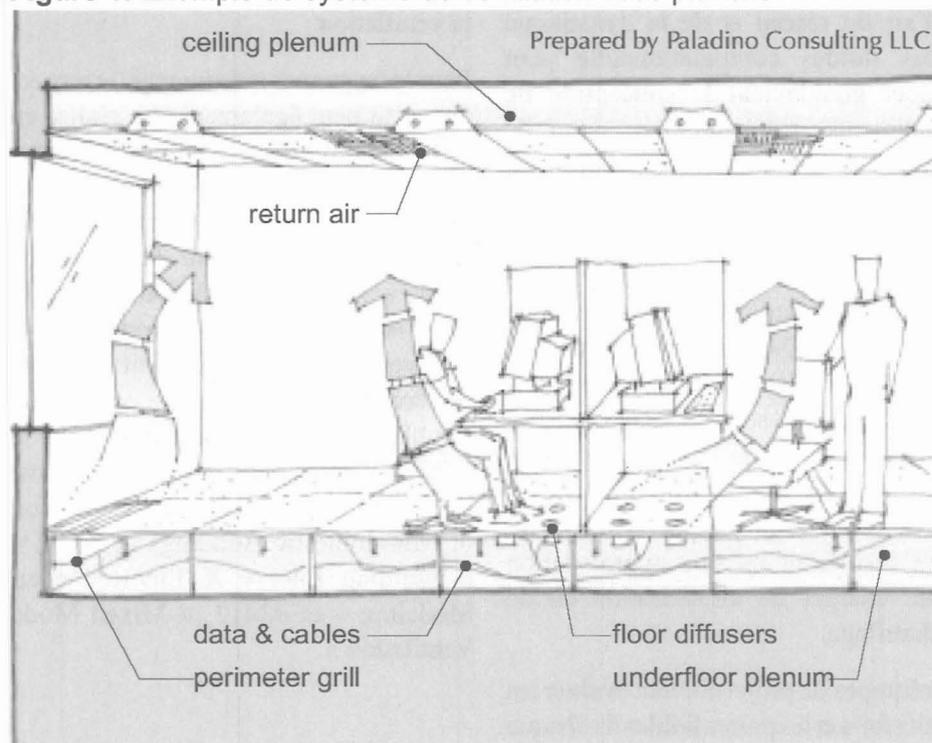
- *Groupe A*, montage près du plafond, évacuation à l'horizontale;
- *Groupe B*, montage dans le plancher ou près de celui-ci, évacuation d'un jet d'air non étalé vertical;
- *Groupe C*, montage dans le plancher ou près de celui-ci, évacuation d'un jet d'air étalé vertical;

- *Groupe D*, montage dans le plancher ou près de celui-ci, évacuation à l'horizontale; et
- *Groupe E*, montage dans le plafond ou près de celui-ci, jet à la verticale.

Chacun de ces types convient à différentes conditions d'utilisation. Ainsi, les systèmes à mélange d'air en hauteur du groupe A distribuent souvent l'air de façon médiocre dans les situations de chauffage et de faible climatisation qu'on retrouve au Canada pendant la majeure partie de l'année. Les systèmes avec réchauffe et débit d'air variable, plus particulièrement, doivent être conçus avec minutie de sorte à assurer un bon mélange dans la zone occupée pour un débit d'air minimal. Pour plus de détails, voir les manuels de la norme ASHRAE.

Il existe plusieurs nouvelles méthodes pour les systèmes de ventilation mécanique qui sont très efficaces afin

Figure 1: Exemple de système de ventilation sous plancher



de prévenir le court-circuitage de l'alimentation d'air. Ces applications comprennent notamment la ventilation par déplacement, la ventilation à faible vitesse et la ventilation distribuée sous le plancher ou près du plancher.

La *figure 1* présente un système de ventilation sous le plancher. L'air acheminé passe par des diffuseurs et des grilles dans le plancher. L'air se déplace vers le haut dans l'espace occupé et il est évacué par les grilles de reprise situées dans le plafond. Le plénum situé sous le plancher peut également servir de conduit pour le câblage.

Les systèmes de ventilation naturelle font appel à des ouvertures dans l'enveloppe du bâtiment pour produire un débit d'air. Des fenêtres ouvrantes, souvent combinées à des atriums et/ou des sections étroites de plancher, constituent la méthode architecturale la plus couramment employée pour créer une ventilation naturelle, une ventilation transversale et des effets cheminée. L'utilisation de fenêtres ouvrantes et d'autres ouvertures comme éléments du système de ventilation exige une analyse de l'emplacement et de la taille des prises d'entrée et de sortie d'air ainsi que du climat régional. En général, pour assurer une ventilation naturelle fiable dans le cas d'un grand bâtiment, la conception doit tenir compte de toutes les conditions microclimatiques auxquelles le bâtiment est soumis, ce qui influe sur la forme du bâtiment, la planification de l'espace intérieur de même que l'emplacement et le choix des événements ou des fenêtres. Les modèles informatiques sont utiles pour prévoir les processus de ventilation et pour déterminer le meilleur emplacement des éléments de ventilation. Les concepteurs nord-américains disposent aujourd'hui d'outils de modélisation du débit d'air

du réseau et de la dynamique des fluides computationnelle qui peuvent aider grandement à la conception d'un système de ventilation naturelle, mais ces outils ne sont pas encore utilisés à grande échelle, car ils ne sont accessibles que depuis peu de temps en Amérique du Nord.

Les possibilités en matière de ventilation naturelle sont propres à chaque site et cette méthode peut ne pas convenir à bien des endroits. De plus, on doit concevoir avec minutie les bâtiments à ventilation naturelle afin d'assurer un débit d'air extérieur efficace et confortable dans toutes les conditions d'utilisation probables.

Synergies et compromis

On doit évaluer minutieusement les caractéristiques du climat régional où se trouve le site choisi pour le projet, celles-ci indiquant si on doit avoir recours à un système de ventilation mécanique, naturelle ou mixte. Les systèmes de ventilation ont une incidence sur le rendement énergétique global du bâtiment et ils exigent une mise en service ainsi que du mesurage et une vérification. Une surventilation par des systèmes mécaniques, avec ou sans récupération de chaleur, influe sur le coût de l'énergie utilisée.

De nombreux bâtiments existants conviennent mal à une ventilation naturelle s'ils n'ont pas été conçus au départ pour réagir aux températures et aux vents locaux. Toutefois, bien des anciens bâtiments ont été conçus en fonction d'une attention particulière au microclimat et comportent souvent des sections étroites dans le plancher et des fenêtres ouvrantes. Certains sites et bâtiments ne conviennent pas à une ventilation naturelle en raison d'une piètre qualité de l'air extérieur,

des sources de bruit à proximité, de la circulation d'air qui prévaut, des températures extérieures indésirables ou de questions de sécurité.

De nombreux codes du bâtiment sont axés sur les systèmes de CVCA mécaniques et donnent peu de détails sur la conception d'un système de ventilation naturelle et sur les critères de conformité. En raison de questions de réglementation importantes, comme l'interdiction au recours à des couloirs pour le transfert de l'air ou encore la protection contre le feu et le contrôle des fumées, il est préférable de faire participer les responsables du code dès le début et de s'assurer d'une étroite collaboration.

On doit envisager en même temps les questions touchant la ventilation naturelle et la lumière naturelle pendant la phase conceptuelle : elles concernent toutes deux des espaces de grande hauteur et ouverts, des lanterneaux et des claires-voies ainsi qu'une sélection minutieuse des fenêtres, qui peuvent avoir des répercussions importantes sur la forme du bâtiment et la planification des espaces.

Calculs

La méthode de calcul décrite ci-après sert à aider à présenter les documents qui sont précisés à la première page du présent crédit. Il y a deux méthodes de conformité pour les bâtiments à ventilation mécanique et une troisième pour les bâtiments à ventilation naturelle ou mixte.

La première méthode de conformité consiste à faire l'essai sur le terrain du système de CVCA complet. L'essai doit être réalisé conformément aux indications de la norme ASHRAE 129-1997, après la construction du bâtiment: il s'agit ainsi de démontrer

que l'efficacité du renouvellement de l'air est de 0,9 ou plus pour toutes les zones occupées régulièrement.

La deuxième méthode de conformité a recours à la vérification de la conception. Si le crédit fait l'objet d'une vérification dans le cadre de l'examen de certification LEED, le concepteur doit donner des illustrations des méthodes de conception employées, conformément au chapitre 32 du *Fundamentals Handbook 2001* de l'ASHRAE, « Space Air Diffusion guidance ». On doit présenter les dessins en coupe et les plans à l'échelle de chaque type de salles principaux, en précisant les entrées et les sorties d'air, les meubles et la zone occupée se rapportant aux types de système suivants :

- *Systèmes mélangeurs*: Les types de sortie, la longueur caractéristique des salles, les ouvertures de reprise/d'évacuation, toutes les vitesses d'écoulement de l'air et l'indice de performance de l'ensemble de diffuseurs d'air (ADPI) prévu.
- *Systèmes à déplacement/unidirectionnels* : Les types de sortie, les ouvertures de reprise/d'évacuation, toutes les vitesses d'écoulement de l'air et la distribution prévue des zones de stratification supérieure et inférieure.

Les types de circulation de l'air doivent être présentés graphiquement à l'échelle. Les fiches techniques et les tableaux de spécifications de tous les événements terminaux, les grilles d'air et les registres d'air doivent être remis et un renvoi doit être prévu aux dessins.

Si la conception du système CVCA a été réalisée conformément au chapitre 32, tableau 4, de l'ADPI Selection Guide, pour un indice ADPI d'au moins 80 %, on peut se servir du facteur d'efficacité

de distribution d'air dans la zone, Ez, de la norme ASHRAE 62-2001 addenda n tableau 6.2, pour indiquer l'efficacité du renouvellement d'air de chaque zone. Ce tableau précise les valeurs de l'efficacité de la distribution d'air de différentes conceptions de distribution d'air CVCA.

Pour appliquer correctement les valeurs du tableau, on doit tenir compte des utilisations quant au chauffage et à la climatisation de chaque zone occupée. On doit analyser séparément chaque conception d'espace unique. Les projets doivent indiquer la performance prévue à l'aide d'un tableau précisant, pour chaque zone, un indice ADPI estimé de 80 % ou plus, ainsi qu'une efficacité du renouvellement d'air moyenne de 0,9 ou plus pour les heures d'occupation dans les pires conditions d'efficacité du renouvellement d'air (par exemple le jour pour lequel on prévoit le plus grand nombre d'heures d'occupation pour le mode de ventilation avec l'efficacité du renouvellement d'air la plus basse; il s'agit en général du jour présentant le nombre le plus élevé d'heures d'occupation en mode de chauffage).

Par exemple, le tableau de documentation doit indiquer :

- ADPI de la zone*
- Efficacité du renouvellement d'air (ACE) de la zone, chauffage**
- ACE de la zone, refroidissement*
- ACE de la zone, moyenne***

* D'après le chapitre 32 du Fundamentals Handbook de l'ASHRAE, tableau 4, « ADPI Selection Guide ».

** D'après l'ASHRAE 62-2001, addenda N, tableau 6.2. « Zone Air Distribution Effectiveness ».

*** ACE moyenne dans le temps d'après les valeurs ci-dessus d'ACE

pour le chauffage et la climatisation, et la norme ASHRAE 62-2001, addenda N, équation 6-9, pour le calcul de l'ACE moyenne pendant les heures d'occupation. Le calcul doit être effectué en fonction des conditions les plus défavorables correspondant au jour pour lequel on prévoit le plus grand nombre d'heures d'occupation pour le mode de ventilation présentant l'ACE la plus basse.

On peut se servir des logiciels créés par les fabricants de diffuseur et d'autres entités crédibles pour calculer l'indice ADPI estimé, pourvu que l'exposé sur l'application du système LEED pour ce crédit précise le nom du logiciel et son fabricant.

Tout espace disposant d'un élément de chauffage, comme un serpentin, qui dessert un espace comportant des murs extérieurs ou un toit fonctionne en général en mode de chauffage à un moment ou un autre pendant que l'espace est occupé. Pour ces espaces, on doit préciser l'ACE en mode de chauffage. Pour les espaces qui ne font pas preuve de ce type de situation de chauffage, on peut préciser l'ACE pour le mode de climatisation seulement.

Pour les conceptions comportant un système de chauffage, dans les cas où le chauffage ne doit fonctionner que pendant les heures de non-occupation (par exemple pour un réchauffement le matin), l'efficacité du renouvellement d'air peut être précisée pour le mode de climatisation seulement, pourvu que les documents soumis démontrent que le chauffage n'ait pas lieu pendant les heures d'occupation.

Pour les conceptions comportant un système de chauffage, dans les cas où un chauffage et une climatisation doivent avoir lieu pendant les heures d'occupation, on peut se servir de la

norme ASHRAE 62-2001, appendice N, section 6.2.5.2, « Short Term Conditions », équation 6-9, pour déterminer les conditions moyennes pendant une période de temps définie T, T équivalant à trois fois le volume de la salle (en pi^3) divisé par le débit d'air extérieur de la zone de travail (pi^3/min) calculé à l'équation 6-1.

Exemple

Dans un local à bureaux de 93 m^2 ($1\,000 \text{ pi}^2$) comportant cinq occupants et des plafonds à $3,65 \text{ m}$ (13 pi), y compris un plénum pour l'air de reprise au-dessus du plafond suspendu, l'équation 6-1 exige 40 L/s par 93 m^3 ($85 \text{ pi}^3/\text{min}$ par $1\,000 \text{ pi}^2$). D'après l'équation 6-9, T est égal à 3 fois 368 m^3 ($13\,000 \text{ pi}^3$) divisé par 40 L/s ($85 \text{ pi}^3/\text{min}$), soit $27\,600$ secondes (460 minutes) ou $7,67$ heures. Il s'agit du temps maximal permis pour le calcul de la moyenne. Si la réchauffe du matin s'effectue pendant les deux premières heures d'une période d'occupation de 10 heures (par exemple de 8 h à 18 h), suivie d'une période de huit heures de climatisation, l'efficacité moyenne du renouvellement d'air se calcule comme indiqué ci-après pour des diffuseurs au plafond faisant preuve d'une efficacité de distribution d'air de zone de 1 en mode de climatisation et de $0,8$ en mode de chauffage (autrement dit un air alimenté dont la température est supérieure à celle de l'air de reprise de l'espace et du plafond, cette différence étant de plus de $8,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($15 \text{ }^\circ\text{F}$) :

Pendant les $7,67$ premières heures (soit la période maximale pour le calcul de la moyenne, T, déterminée par l'équation 6-9 ci-dessus), l'efficacité moyenne du renouvellement d'air se calcule ainsi : $(2 \text{ heures} \times 0,8 + 5,64 \text{ heures} \times 1)$ divisé par $7,67$ heures, soit une ACE moyenne de $0,94$. Ce résultat fait ensuite l'objet d'un calcul de la moyenne pour les $2,33$ heures

restantes de climatisation, dont l'ACE est de $1,0$, ainsi : $(7,67 \text{ heures} \times \text{par } 0,95 + 2,33 \text{ heures} \times 1)$ divisé par 10 heures, soit une efficacité moyenne du renouvellement d'air de $0,96$ pour la période d'occupation de 10 heures.

Le tableau soumis indiquerait cette information, par exemple :

Zone: 1

- ADPI: $0,80$
- ACE, chauffage: $0,80$ **
- ACE, climatisation: $1,0$ **
- ACE, moyenne: $0,96$ ***

En ce qui a trait à la façon de procéder si la conception utilise des diffuseurs de plafond perforés et à lamelles dans un laboratoire avec des charges calorifiques de plus de 158 W/m^2 (50 BTU/h-pi^2), nous reconnaissons qu'il n'y a aucune données pour ces charges calorifiques plus élevées au chapitre 32, tableau 4, ou à notre connaissance dans tous les programmes de calcul des fabricants de diffuseurs. Il existe d'autres types de diffuseurs pour lesquels on donne des valeurs estimées de l'indice de performance d'un ensemble de diffuseurs d'air (ADPI) pour des charges calorifiques pouvant atteindre 252 W/m^2 (80 BTU/h-pi^2). De plus, étant donné que la charge de refroidissement de la salle augmente, le mélange de l'air intérieur augmente de pair (par exemple, cela résulte en des valeurs de l'efficacité du renouvellement d'air qui s'approchent de 1). Pour les applications avec charges de refroidissement supérieures à celles indiquées au chapitre 32, tableau 4, de la norme ASHRAE, nous recommandons l'utilisation de l'indice ADPI estimé et de la plage T50/L pour la charge calorifique la plus élevée pour le type de diffuseur en question.

Pour des conceptions utilisant différents types de diffuseurs, différentes configurations de distribution d'air ou

des plages T50/L différentes qui ne sont pas décrits au chapitre 32 de la norme ASHRAE ou dans les tableaux de la norme 62, les seules options pour ce crédit consistent à mesurer l'efficacité du renouvellement d'air (ASHRAE 129) ou l'indice ADPI (norme ASHRAE 113) sur le terrain ou à l'aide d'une simulation en laboratoire. De plus, pour l'application de la norme ASHRAE 129 sur le terrain pour le présent crédit, nous signalons que les exigences de la section 4, « Criteria for Acceptable Test Space », ne sont pas imposées, pourvu que l'espace soit exploité dans des conditions de conception normales.

La troisième méthode pour démontrer la conformité aux exigences de ce crédit consiste à avoir recours à des programmes de simulation du débit d'air du réseau ou de la dynamique des fluides computationnelle en vue de la modélisation et de la description des conceptions de ventilation naturelle et mixte. Dans le cas des bâtiments à ventilation naturelle et mixte, on se sert de la simulation informatique pour déterminer la forme et les prises d'entrée, les prises de sortie et la circulation d'air interne du bâtiment, en tenant compte des conditions de vent ainsi que de chauffage et de climatisation normales et extrêmes. On porte une attention particulière aux débits d'air de zones occupées régulièrement et aux modes opérationnels avec des vents dominants et dans les directions des points cardinaux, afin de garantir une distribution de l'air extérieur efficace dans toutes les conditions de fonctionnement prévues.

Le rapport doit comprendre un exposé et des graphiques afin de décrire clairement et de manière concise le but de la conception pour la mise en service du bâtiment, la formation future des

occupants et des exploitants, ainsi que pour la certification LEED. Il doit décrire l'équipement mécanique critique du bâtiment, les systèmes et les modes de commande; les spécifications de contrôle doivent mentionner l'équipement, les séquences d'utilisation, les points de réglage et les plages de contrôle. Le contrôle du système en cas d'urgence (incendie et fumée) doit être clairement et minutieusement indiqué.

Des programmes adéquats de simulation du débit d'air de la ventilation naturelle peuvent modéliser les variations horaires de la vitesse du vent et des autres conditions extérieures, la circulation d'air interne, des gains de chaleur, des points de réglage des thermostats et le fonctionnement du système de CVCA, en plus des effets de la masse thermique pour 10 zones thermiques ou plus et pour 8 760 heures d'une année météorologique type. Les programmes doivent pouvoir produire des rapports horaires sur l'utilisation de l'énergie, les conditions de l'air, de la surface et de la température moyenne radiante ainsi que les débits d'air et les charges de conception des différentes zones.

La démonstration de la proportion des heures d'occupation pendant lesquelles on procède à une ventilation naturelle exige un calcul statistique du nombre d'heures d'une année type pendant laquelle les critères de débit d'air et de confort internes sont respectés à l'aide d'un débit d'air naturel. Les calculs doivent se fonder sur des conditions extérieures propres à une année météorologique type adéquate.

Ressources

Sites Web

ASHRAE Handbook: Heating, Ventilating, and Air Conditioning Systems and Equipment, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329 États-Unis.

Site: www.ashrae.org

Systèmes de ventilation évolués. Environnements de travail productifs:

Direction de la technologie, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGCC). Ce site décrit la nouvelle technologie de ventilation qui fait l'objet de recherches de la part de TPSGC.

Site: <http://www.pwgsc.gc.ca/rps/aes/tech/text/ventsys-e.html>

Air Change Effectiveness Measurements in Two Modern Office Buildings: Une étude de cas sur l'efficacité de la ventilation.

Site: www.fire.nist.gov/bfrlpubs/build94/PDF/b94024.pdf

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE): Progrès scientifiques concernant le chauffage, la ventilation, la climatisation et la réfrigération pour le bien public par des recherches, la rédaction de normes, l'éducation permanente et les publications.

Site: www.ashrae.org

Mixed Mode Ventilation: HVAC Meets Mother Nature: Article de mai 2000 dans Engineered Systems au sujet des diverses options possibles pour la ventilation des bâtiments.

Site: www.esmagazine.com (see May 2000 archive)

Rapports de recherche « Planification rentable des aires ouvertes (PRAO)»:

Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches et Consortium PRAO. Études approfondies des variables de la conception de bureaux à aires ouvertes et de leur effet sur la satisfaction des occupants, y compris la conception des postes de travail, la qualité de l'air intérieur et le confort thermique, la lumière et l'acoustique. Les études comprennent des examens sur le terrain et de la documentation, des expériences avec des maquettes de bureau et des simulations destinées à examiner les nombreux éléments du bureau à aire ouverte. (Certains rapports ne sont pas encore disponibles.)

Les rapports sont les suivants :

- Environmental Satisfaction in Open-Plan Environments: 2. Effects of Workstation Size, Partition Height and Windows (Satisfaction environnementale dans les environnements à aires ouvertes : 2. Effets de la taille du poste de travail, de la hauteur des cloisons et des fenêtres)
- Office Air Distribution Systems and Environmental Satisfaction (Systèmes de distribution de l'air et satisfaction environnementale)
- A Literature Review on the Relationship between Outdoor Ventilation Rates in Offices and Occupant Satisfaction (Examen de la documentation sur la relation entre les taux de ventilation extérieure dans les bureaux et la satisfaction des occupants)
- Investigation of Air and Thermal Environments in a Mock-up Open Plan Office: Measurements and CFD Simulations (Enquête sur l'air et les environnements thermiques dans un

bureau à aires ouvertes : mesures et simulations de la dynamique des fluides computationnelle)

- The Effect of Office Design on Workstation Lighting: Simulation Results (Effet de la conception de bureaux sur la lumière des postes de travail : résultats de la simulation)
- Effects of Office Design on the Annual Daylight Availability (Effets de la conception de bureaux sur la lumière disponible annuellement)

Site: irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/02-4-Reports.html#LAQ

Underfloor Air Technology: Ce site Web exhaustif du Center for the Built Environment de l'University of Berkeley présente une vue d'ensemble des systèmes de distribution d'air par le plancher ainsi que des lignes directrices, des recherches, des exemples de plans et des sections au sujet de la conception et de la construction, en plus de plusieurs études de cas détaillées et de ressources d'information.

Site: <http://www.cbe.berkeley.edu/underfloorair/Default.htm>

Hype vs. Reality: New Research Findings on Underfloor Air Distribution Systems: Décrit les avantages éventuels, les risques et les problèmes de conception et de construction des systèmes de distribution d'air par le plancher.

Site: http://www.cbe.berkeley.edu/RESEARCH/pdf_files/Lehrer2003_UFAD.pdf

NATVENT: projects.bre.co.uk/natvent/

CIB:

- Annex 20, Air Flow Patterns within Buildings: <http://www.ecbcs.org/Annexes/annex20.htm>
- Annex 23, Multizone Airflow

Modeling: <http://www.ecbcs.org/Annexes/annex23.htm>

- Annex 26, Air Flow in Large Enclosures: <http://www.ecbcs.org/Annexes/annex26.htm>
- Annex 35, Control Strategies for Hybrid Ventilation in New & Retrofitted Office Buildings: <http://www.ecbcs.org/Annexes/annex35.htm>

Imprimés

- *ASHRAE Handbook: Fundamentals*, ASHRAE, 2001.
- *ASHRAE Handbook: HVAC Systems and Equipment*, ASHRAE, 2004.
- Grumman, D. *ASHRAE GreenGuide*, ASHRAE, 2003.
- *Designer's Guide to Ceiling-Based Air Diffusion*, ASHRAE, 2002.
- *Displacement Ventilation in Non-Industrial Premises*, REHVA, 2001.
- *Heating, Ventilating, and Air Conditioning: Analysis and Design*, 4th Edition, par Faye McQuiston et Jerald Parker, John Wiley & Sons, 1993.
- Bearg, D. *Indoor Air Quality and HVAC Systems*, CRC, 1993.
- Chen, Q. & Glicksman, L. *System Performance Evaluation and Design Guidelines for Displacement Ventilation*, ASHRAE, 2003.
- Bauman, F. & Daly, A. *Underfloor Air Distribution Design Guide*, ASHRAE, 2000.
- UK CIBSE Application Manuals <www.cibse.org>
 - AM10, "Natural Ventilation in Non-domestic Buildings"
 - AM 11, "Building Energy & Environmental Modeling"
 - AM13, "Mixed Mode Ventilation"

A	ÉS	G	E	É	A	MR	Q	E	IPD
Crédit 2									

- “*Wind Towers: Detail in Building*”, Battle McCarthy Consulting Engineers, 1999, Wiley & Sons. ISBN 0-471-98087-0
- “*Climate Considerations in Building & Urban Design*”, Baruch Givoni, 1998, Wiley & Sons,. ISBN 0-471-29177-3
- “*Passive & Low Energy Cooling in Buildings*”, Baruch Givoni, 1994, Wiley & Sons. ISBN 0-471-28473-4
- “*The Technology of Ecological Building*”, K. Daniels, 1996, Birkhauser Verlag. ISBN 3-7643-5461-5

Définitions

Âge de l’air: Temps moyen qui s’est écoulé depuis qu’un échantillon de molécules d’air présent à un endroit précis a pénétré dans le bâtiment.

Efficacité du renouvellement d’air: Mesure se fondant sur une comparaison entre l’âge de l’air dans les parties occupées du bâtiment et l’âge de l’air qui serait présent si un mélange parfait de l’air de ventilation était respecté.

Espace conditionné: Partie du bâtiment qui est chauffée ou climatisée, ou les deux, en vue du confort des occupants.

Ventilation naturelle: Processus consistant à fournir et à évacuer l’air sans conduit mécanique, dans les espaces d’un bâtiment, à l’aide d’ouvertures comme des fenêtres et des portes, des ventilateurs non électriques et des méthodes d’infiltration.

Zone occupée: Région normalement occupée par des gens dans un espace et qui est généralement présumée comme se trouvant entre le plancher et 1,8 m (6 pi) au-dessus du plancher et à plus de 1 m (3,3 pi) des murs/fenêtres extérieurs

ou de l’équipement de chauffage, de ventilation ou de climatisation fixe et à 0,3 m (1 pi) des murs internes.

Zone ou espace régulièrement occupé: Zones ou espaces normalement occupées pendant les heures d’exploitation habituelles du bâtiment.

Gaz de dépistage: Gaz qui peut être mélangé à l’air du bâtiment en petites quantités en vue de l’étude des débits d’air et de la mesure de l’âge de l’air et des taux de renouvellement de l’air.

Ventilation: Processus consistant à envoyer et à évacuer l’air par des moyens naturels ou mécaniques dans les espaces d’un bâtiment.

Efficacité de la ventilation: Le mouvement du débit d’air et de l’air extérieur dans l’espace occupé. Une efficacité élevée de la ventilation est essentielle pour assurer une utilisation complète de l’air extérieur qui est fourni et pour réduire au minimum l’énergie utilisée pour traiter l’air et pour l’acheminer.

Variantes régionales

Les exigences du présent crédit s’appliquent de façon universelle partout au Canada.

Étude de cas

Technology Enterprise Facility III

Vancouver, Colombie-Britannique

Chernoff Thompson Architects, 2003

LEED Argent

Cet immeuble de 10 500 m² est le premier bâtiment de laboratoire certifié LEED au Canada et fournit de l'espace sur mesure pour une grande variété de locaux : aqualaboratoires, laboratoires secs, bureaux et technologie de l'information. Les systèmes du bâtiment et la disposition des étages permettent des agencements d'espaces et des connexions de service efficaces. Par l'emploi d'une approche hautement intégrée et disciplinée de l'architecture et des systèmes, les coûts de construction de l'enveloppe et du noyau ont été considérablement inférieurs à ceux d'un bâtiment de recherche typique sur un campus universitaire. L'emploi de concepts d'espaces modulaires génériques contribue à la polyvalence, à l'adaptabilité et à l'économie de l'exploitation continue du bâtiment. La conception englobe des dispositifs « utilisables immédiatement » permettant un accès facile aux services, des interruptions minimales lors des modifications et l'économie des améliorations par ou pour les locataires. Une excellente ventilation est nécessaire dans tout édifice de laboratoires : cette installation fournit 100 % d'air frais (extérieur) à tous les laboratoires. Une redondance de 50 % est prévue dans le matériel aéraulique de façon à assurer une ventilation adéquate même lorsqu'un appareil CVCA est hors de service. De plus, les matériaux intérieurs ont été choisis avec soin pour réduire à leur minimum les émanations.



Photo: Chernoff Thompson Architects

Crédit 2**Étude de cas****Sir Sandford Fleming College - Applied Computing & Engineering Sciences Building**

Peterborough, Ontario

Line Architecture Inc., 2003

L'Applied Computing and Engineering Sciences Building du Sir Sandford Fleming College compte deux étages et fait appel à un concept unique de ventilation naturelle. Un système intégré de gestion de l'air utilise les voies de circulation de l'édifice, trois cheminées thermiques, une claire-voie et des fenêtres ouvrantes pour optimiser l'apport d'air frais. Les cheminées de pierre ont chacune 15 m de hauteur et sont disposées sur le pourtour du bâtiment de manière à agir avec la galerie pour aider à l'apport d'air frais et à l'évacuation de l'air repris. L'emploi d'une ventilation naturelle améliore la qualité de l'air et réduit les coûts liés à l'exploitation de grandes installations de chauffage et de climatisation.



Photo: Amanda Mitchell

Plan de gestion de la QAI: Pendant la construction

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 3.1					

But

Prévenir les problèmes de qualité de l'air intérieur résultant des travaux de construction ou de rénovation, afin d'aider à maintenir le confort et le bien-être des ouvriers et des occupants du bâtiment.

1 Point

Exigences

Élaborer et mettre en oeuvre un plan de gestion de la qualité de l'air intérieur (QAI) pour l'étape de la construction et pour l'étape avant l'occupation du bâtiment, comme suit :

- Pendant la construction, se conformer aux approches de conception recommandées dans le document intitulé IAQ Guidelines for Occupied Buildings under Construction, 1995, chapitre 3 de la Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association (SMACNA), ou les dépasser.
- Protéger de l'humidité les matériaux absorbants installés ou entreposés sur le chantier.
- Si des appareils aérauliques doivent être utilisés au cours de la construction, prévoir des filtres ayant une valeur consignée d'efficacité minimale (MERV) de 8, telle qu'établie selon la norme ASHRAE 52.2-1999, à chaque grille de reprise d'air.
- Prendre les dispositions nécessaires pour faire inspecter le bâtiment et le système de CVCA afin de déceler des anomalies susceptibles d'avoir des effets néfastes sur la QAI (p. ex. humidité dans le système de CVCA, murs endommagés par l'eau, débris de construction dans les plénums, matériaux entreposés à proximité de prises d'air, etc.) et pour faire corriger toute anomalie décelée lors des inspections du bâtiment.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'entrepreneur général ou par le responsable, déclarant qu'un Plan de gestion de la QAI pendant la construction a été élaboré et mis en oeuvre, et identifiant chaque filtre à air utilisé pendant la construction et à la fin de celle-ci. Inclure la valeur MERV, le nom du fabricant et le numéro de modèle.

ET

- Fournir la lettre type LEED, signée par le responsable, attestant que toutes les mesures de correction et/ou d'atténuation des anomalies, décelées lors des inspections, qui pourraient avoir des effets néfastes sur la QAI, ont été complétées.

ET SOIT

- Fournir 18 photographies—six photographies prises à trois occasions différentes pendant la construction—ainsi que l'identification de l'approche de la SMACNA qu'illustre chaque photographie, pour démontrer l'observation continue des exigences relatives au crédit.

OU

AÉS	GEE	ÉA	MR	QE	IPD
-----	-----	----	----	----	-----

Crédit 3.1

1 Point

- Déclarer que les cinq approches de conception décrites au chapitre 3 du document de la SMACNA intitulé *IAQ Guidelines for Occupied Buildings under Construction, 1995*, ont été utilisées au cours de la construction du bâtiment. Inclure une description sommaire de certaines des approches de conception importantes employées.

Plan de gestion de la QAI: Analyse avant l'occupation

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 3.2					

But

Réduire au minimum les problèmes de qualité de l'air intérieur résultant des travaux de construction ou de rénovation, afin d'aider à maintenir le confort et le bien-être des ouvriers et des occupants du bâtiment.

1 Point

Exigences

Élaborer et mettre en oeuvre un plan de gestion de la qualité de l'air intérieur (QAI) pour l'étape avant l'occupation, qui met en application l'une des trois options suivantes :

Option 1. Nettoyage du bâtiment avant l'occupation

Une fois la construction complétée et tous les finis intérieurs en place et avant l'occupation, installer de nouveaux matériaux filtrants et procéder à un nettoyage du bâtiment en fournissant un volume d'air total de 4 300 m³ d'air extérieur par m² de surface de plancher (14 100 pi³ d'air extérieur par pi² de surface de plancher) tout en maintenant une température intérieure d'au moins 16 °C (60 °F) et, lorsqu'il y a refroidissement mécanique, l'humidité relative ne doit pas être supérieure à 60%.

Option 2. Nettoyage du bâtiment pendant l'occupation

Une fois la construction complétée et tous les finis intérieurs en place, installer de nouveaux matériaux filtrants et procéder à un nettoyage du bâtiment en fournissant un apport d'air extérieur d'au moins 0,045 m³/m² (0,15 pi³/min/pi²) pendant une période d'au moins trois heures à tous les espaces occupés avant chaque occupation; pendant l'occupation fournir le plus élevé des débits suivants : 0,045 m³/m² (0,15 pi³/min/pi²) ou l'apport minimum prévu d'air extérieur pendant toute la période de nettoyage. Les espaces ne peuvent être occupés qu'après leur avoir fourni au moins 1 075 m³ d'air extérieur par m² de surface de plancher (3 530 pi³ d'air extérieur par pi² de surface de plancher). Poursuivre le nettoyage jusqu'à ce qu'un volume total de 4 300 m³ d'air extérieur par m² de surface de plancher (14 100 pi³ d'air extérieur par pi² de surface de plancher) ait été fourni.

Option 3. Analyses de la QAI avant l'occupation

Une fois la construction achevée et avant l'occupation du bâtiment, réaliser des analyses de la QAI pour recueillir des données de base, en utilisant les protocoles d'analyse conformes au « Compendium of Methods for the Determination of Air Pollutants in Indoor Air » de l'United States Environmental Protection Agency et les autres détails énoncés dans le Guide de référence LEED Canada NC pour les protocoles d'analyse et démontrer que la concentration des contaminants indiqués au tableau 1 ci-après n'a pas été dépassée; reprendre la procédure jusqu'à ce que toutes les exigences soient satisfaites.

Documents à soumettre

- Si l'une des deux premières options de conformité est utilisée, fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte, par l'entrepreneur général ou par

Crédit 3.2

1 Point

le responsable, décrivant les procédures de nettoyage du bâtiment, y compris les dates de début et de fin, les débits, volumes et durées d'admission d'air extérieur et le volume total d'air de nettoyage. Si une vérification est exigée pour ce crédit, documenter les calculs de base qui démontrent que les volumes d'air totaux et les débits de ventilation minimaux ont été fournis.

OU

- Si l'option des analyses de la QAI est utilisée, fournir la lettre type LEED, signée par l'expert-conseil en environnement, déclarant que le protocole pour les analyses de la QAI des normes citées en référence a été suivi et fournir un exemplaire des résultats de l'analyse de la QAI indiquant que l'analyse sur la qualité de l'air est complétée et que les exigences relatives à la concentration maximale de contaminants chimiques ont été respectées.

Tableau 1: Critère de concentration maximale de contaminants de l'air intérieur

Contaminant	Concentration maximale
Matières particulaires (MP10)	50 µg/m ³
Formaldéhyde	50 parties par milliard
Composés organiques volatils totaux	500 µg/m ³
Monoxyde de carbone	9 ppm et pas plus de 2 ppm au-dessus de la concentration extérieure
4-Phénylcyclohexène (4-PC)*	6,5 µg/m ³

* Requis seulement si on installe des tapis ayant un support de latex de styrène butadiène (SB).

Résumé des normes citées en référence

SMACNA IAQ Guideline for Occupied Buildings Under Construction, 1995
Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association (SMACNA),
www.smacna.org, (703) 803-2980

Cette norme présente une vue d'ensemble des polluants atmosphériques associés à la construction, les mesures de contrôle, la gestion du processus de construction, le contrôle de la qualité, la communication avec les occupants et des études de cas. Consulter la norme de référence pour connaître les mesures servant à protéger le système de CVCA du bâtiment pendant les travaux de construction et de démolition.

ANSI/ASHRAE 52.2-1999: Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size
ASHRAE, www.ashrae.org, (800) 527-4723

Cette norme présente des méthodes de test pour les filtres à air, en ce qui concerne deux caractéristiques de performance : la capacité du dispositif à extraire les particules de l'air et la résistance du dispositif à l'écoulement de l'air. La valeur consignée d'efficacité minimale (MERV) se fonde sur trois points d'efficacité composée d'élimination des particules en fonction de la taille (EPT). Consulter la norme pour une explication complète des calculs de la valeur MERV. L'élément filtrant employé pendant les travaux de construction doit avoir une valeur MERV de 8.

EPA des États-Unis, « Compendium of Methods for the Determination of Air Pollutants in Indoor Air »

<http://yosemite.epa.gov/ncepihom/nsCatalog.nsf/0/4CF701C7CCD6EE6385256EEF0053A4A8?OpenDocument>

Ce document décrit les détails techniques des méthodes et de l'équipement d'essai de la qualité de l'air intérieur utilisées par l'EPA des États-Unis. Il porte sur les techniques passives et actives et sur les procédures d'analyse.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 3.2					

1 Point

Interprétations

- Pour assurer l'équivalence en l'absence de filtres MERV 8, on doit préciser qu'aucun conduit ou appareil de traitement d'air n'a été utilisé pendant la construction et que tous les composants CVCA ont été correctement étanchéisés et protégés des contaminants durant la construction. Les documents soumis doivent comprendre des photographies de ces conditions et préciser que tout appareil CVCA temporaire n'est pas relié aux conduits permanents, en plus d'indiquer de quelle façon la poussière résultant de la construction est enlevée de toutes les surfaces avant l'occupation, à l'aide d'un aspirateur HEPA, d'un nettoyage avec filtration et/ou d'autres stratégies.
- La séquence d'installation des matériaux intérieurs est importante, car elle sert à s'assurer que les matériaux absorbants, comme le tissu, les carreaux de plafond, les plaques de plâtre, les tapis, etc., sont installés une fois que les matériaux produisant des COV ont cessé de dégager des contaminants gazeux. On vise ainsi à s'assurer que les matériaux absorbants ne collectent pas les polluants atmosphériques et les laissent ensuite s'échapper dans les espaces occupés.
- Dans le cas de projets pour lesquels des parties du bâtiment doivent être occupées pendant que des travaux de construction sont en cours dans d'autres parties, on doit s'assurer que les activités de construction à l'intérieur n'influent pas sur la qualité de l'air d'admission du système de ventilation qui dessert les espaces occupés et que les filtres des appareils de ventilation sont remplacés avant la première phase d'occupation. On doit mettre en œuvre les mesures de contrôle de la SMACNA pour chaque élément jusqu'à ce que la construction soit complétée, afin d'empêcher les contaminants de pénétrer dans le système de ventilation du bâtiment qui dessert les espaces occupés. En tel cas, l'exposé concernant ce crédit doit préciser les mesures de contrôle concernant le bâtiment et les occupations graduelles.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 3					

Synergie du crédit

MR Crédit 2

Gestion des déchets de construction

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Crédit 4

Matériaux à faibles émissions

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Les processus de construction d'un bâtiment comprennent inmanquablement des activités qui le contaminent pendant la construction. Souvent, on provoque ainsi une contamination résiduelle du bâtiment qui continue à nuire à la qualité de l'air intérieur longtemps après que les travaux de construction sont complétés. Les systèmes de CVCA sont particulièrement vulnérables à la contamination par les particules générées par les activités de construction : la poussière peut contenir et absorber des composés organiques volatils (COV) et d'autres contaminants et favoriser la moisissure et les micro-organismes qui peuvent demeurer dans les systèmes de CVCA pendant des années. Cette situation peut avoir une incidence négative sur la santé des occupants, réduire leur productivité et provoquer une augmentation de l'absentéisme, et accroître les problèmes de responsabilité pour les propriétaires et les exploitants du bâtiment.

Heureusement, on peut d'emblée instaurer des stratégies de gestion de construction pendant la construction et avant l'occupation, afin de réduire au minimum le risque de contamination du bâtiment et de remédier à la situation ou de nettoyer toute contamination effectuée par mégarde. La protection des systèmes de CVCA pendant la construction, le nettoyage du bâtiment et les essais de QAI avant l'occupation constituent des méthodes efficaces pour atténuer les incidences sur la QAI des activités de construction et des nouveaux produits.

Aspects environnementaux

Un nettoyage de la ventilation avant l'occupation exige une consommation d'énergie supplémentaire, avec la pollution de l'air et de l'eau qui en résulte. Par ailleurs, il peut s'avérer difficile de prévoir le temps nécessaire au nettoyage en raison des délais de construction allongés. Toutefois, le jeu en vaut la chandelle, car le léger coût et le peu de difficulté sur le plan de la gestion procurent un avantage pour la santé des occupants du bâtiment : plus grand confort, absentéisme réduit et meilleure productivité.

Aspects économiques

Une qualité supérieure de l'air intérieur peut permettre d'augmenter la productivité des travailleurs, ce qui se traduit par une plus grande rentabilité pour les entreprises. Du temps et une main-d'œuvre supplémentaires peuvent être nécessaires pendant et après la construction pour protéger et nettoyer les systèmes de ventilation. Toutefois, ces mesures peuvent prolonger la durée de vie des systèmes de ventilation et améliorer leur efficacité, ce qui résulte en une réduction de la consommation d'énergie. La séquence de pose des matériaux en vue de la prévention d'une absorption par les matériaux poreux peut exiger un temps supplémentaire ou un espace de stockage provisoire et peut repousser à plus tard la date d'occupation prévue au départ si on n'assure pas une gestion minutieuse. Une coordination dès le début entre l'entrepreneur et les sous-traitants peut réduire au minimum et même éliminer les retards au calendrier.

Aspects communautaires

Les contaminants résultant du processus de construction peuvent nuire à la santé des travailleurs qui

exécutent les travaux de construction et des usagers du bâtiment pendant l'occupation, ce qui résulterait en une responsabilité pour les constructeurs, les propriétaires et les exploitants. Si ces contaminants demeurent dans le bâtiment après le début de l'occupation, ils peuvent nuire à la qualité de l'air intérieur, exiger un nettoyage complexe et coûteux et/ou entraîner des actions en justice. Les questions touchant la santé des travailleurs de la construction et les occupants sont abordées par des règlements fédéraux et provinciaux, principalement ceux du Centre canadien d'hygiène et de sécurité du travail (CCHST, consulter le site <http://www.ccohs.ca/>).

Conception

Stratégies

Ce crédit s'articule autour de la performance du constructeur en ce qui concerne, de façon générale, le respect des spécifications figurant dans les conditions générales des documents de construction préparés par les concepteurs. Peu importe le mécanisme d'exécution du projet (conception/soumission/construction, conception/construction ou autre), l'entrepreneur général a la responsabilité, en bout de ligne, de mettre en œuvre un plan de gestion de la QAI pour le processus de construction. Souvent, l'équipe de conception peut produire une ébauche de plan que l'entrepreneur adapte ensuite à la situation. Dans les autres cas, l'entrepreneur a pour tâche d'élaborer le plan, de sorte que les rôles et les responsabilités soient très clairs.

Le plan de gestion de la QAI doit aborder la protection des composants du système de ventilation pendant la construction ainsi que le nettoyage des composants contaminés une fois que la

construction est complétée.

Inclure les procédures de QAI se rapportant à la construction dans l'ordre du jour des réunions sur l'avancement des travaux de construction. De plus, s'assurer que tous les participants au processus de construction, y compris les sous-traitants, ont reçu une formation quant aux procédures de QAI et qu'ils saisissent l'importance des objectifs de la gestion de la QAI. Au besoin, désigner une personne représentant le propriétaire à titre de gestionnaire de la QAI, qui précise les problèmes de QAI et qui exige la prise de mesures d'atténuation si nécessaire.

La norme de référence de la SMACNA recommande de mesures de contrôle pour cinq aspects : la protection du système de CVCA, le contrôle de la source, l'interruption du cheminement d'un polluant, l'entretien et l'établissement du calendrier. La deuxième partie du crédit donne un point supplémentaire concernant une sixième mesure de contrôle : nettoyage du bâtiment ou test de la QAI. Pour chaque projet, passer en revue la possibilité d'appliquer chaque mesure de contrôle et inclure celles qui conviennent dans le plan de gestion final de la QAI. Les mesures de contrôle sont les suivantes :

Protection du système de CVCA: Arrêter la partie de reprise du système de CVCA (qui est, par définition, les conduits soumis à une dépression, ce qui retourne l'air aux espaces occupés) si possible pendant les grands travaux de construction ou de démolition. Si possible le système de reprise doit également être isolé du milieu environnant. Par exemple, tous les carreaux de plafond du plénum d'air du plafond doivent être en place et toutes les fuites des conduits et des appareils de traitement d'air doivent être réparées rapidement. Si le système de ventilation

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 3					

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 3					

doit fonctionner pendant la construction, il doit être muni de filtres temporaires qui peuvent être remplacés par des éléments propres tout juste avant la fin des travaux et de l'occupation.

Le système de reprise de CVCA doit être isolé par des registres dans les zones de gros travaux et les ouvertures doivent être étanchéisées à l'aide de couvercles qui résistent aux différences de pression prévues. On recommande une efficacité supérieure des filtres dans les cas où une charge importante est prévue.

Contrôle de la source: Préciser les matériaux de finition (comme la peinture, les tapis, les composites, les adhésifs et les produits d'étanchéité) qui ont de bas niveaux de COV ou des niveaux nuls. Les matériaux comportant peu de COV sont pris en compte au crédit QEIc4. Ceux qui peuvent être nuisibles doivent être indiqués par l'architecte du projet et les mesures de contrôle doivent être précisées, tel que mentionné dans les lignes directrices de la SMACNA.

Interruption du cheminement d'un polluant: Pendant la construction, isoler les zones de travail afin de prévenir la contamination des espaces propres ou occupés. Selon le climat, ventiler en utilisant de l'air extérieur à 100 % afin d'évacuer l'air contaminé directement à l'extérieur pendant l'installation des matériaux qui produisent des COV. On peut utiliser les différences de pression entre les endroits où ont lieu les travaux de construction et les zones propres pour empêcher l'air contaminé de pénétrer dans celles-ci. Ces méthodes exigent souvent la pose d'écrans protecteurs entre les zones de travaux et les zones où il n'y a pas de travaux.

Entretien: Mettre en œuvre des activités de nettoyage portant sur le système de CVCA et les espaces du bâtiment afin d'enlever les contaminants

avant l'occupation. Les matériaux de construction doivent être protégés des intempéries et rangés dans un endroit propre avant le déballage et la pose. On doit nettoyer tous les serpentins, les filtres à air et les ventilateurs avant de procéder aux essais et aux méthodes d'équilibrage et particulièrement avant la réalisation des essais de base de la qualité de l'air.

Établissement du calendrier: Préciser la séquence des travaux de construction visant à réduire l'absorption de COV par les matériaux poreux. L'application complète de matériaux humides et odorants comme les peintures, les produits d'étanchéité et les enduits, avant la pose des matériaux absorbants comme les carreaux de plafond, les tapis, les isolants, les produits de plâtre et les meubles recouverts de tissu. Les matériaux directement exposés à l'humidité (précipitations, fuites de tuyaux ou condensation du système de CVCA) sont vulnérables à la contamination microbienne et ils doivent être remplacés.

Nettoyage: Effectuer un nettoyage minimal du bâtiment pendant deux semaines à l'aide d'éléments filtrants MERV 13 et d'air extérieur à 100 % après la fin des travaux de construction et, idéalement, avant l'occupation. (Remarque : le respect de l'ancienne exigence de LEED NC 2.1 concernant de nouveaux filtres de remplacement MERV 13 après le nettoyage est maintenant reconnu par le crédit 5 EI).

Analyse de la QAI: Pour chaque zone du bâtiment où les limites maximales de concentration sont dépassées, identifier et atténuer les sources de pollution et réaliser un nettoyage partiel du bâtiment pendant au plus deux semaines. Effectuer une autre analyse fin de vérifier si on dépasse toujours les concentrations de contaminants.

Refaire ce processus jusqu'à ce que les concentrations soient adéquates.

Étendue des travaux – Analyse de la QAI

La description de l'étendue des travaux doit préciser ce qui suit.

- Les analyses doivent être effectuées durant une journée d'utilisation normale (d'autres journées peuvent être prévues au besoin si cela s'avère nécessaire en raison des limites de l'équipement d'échantillonnage) par un entrepreneur qualifié en analyse de QAI qui est également accrédité par LEED.
- Les systèmes de CVCA doivent être entièrement fonctionnels pendant toutes les périodes d'analyse.
- Le nombre d'emplacements d'échantillonnage varie selon la taille du bâtiment mais il ne doit pas être inférieur à six (cinq emplacements intérieurs et un emplacement extérieur) et on doit prévoir au moins un emplacement par étage. Après avoir pris en compte ces aspects, on doit respecter l'exigence d'un échantillon par 1 000 m² d'espace.
- Les emplacements d'échantillonnage retenus doivent être répartis uniformément dans tout le bâtiment, dans le but d'assurer une représentation adéquate de tous les endroits. Il est essentiel de prévoir au moins un emplacement d'échantillonnage par étage dans le cas d'un bâtiment de grande hauteur.
- Au moins un échantillon extérieur est nécessaire pour chaque journée d'analyse de l'air intérieur. Pour les emplacements d'échantillonnage extérieurs, si possible on doit procéder à un prélèvement près des prises d'air extérieur du bâtiment.

- L'analyse de l'air intérieur doit être réalisée à un endroit situé entre 1,2 m (4 pi) et 2,1 m (7 pi) du plancher, dans le but de représenter la zone de travail des occupants.

- L'analyse doit au moins porter sur les éléments suivants :
 - gaz carbonique
 - température de l'air et humidité relative
 - monoxyde de carbone
 - particules en suspension respirables (PM10)
 - formaldéhyde
 - composés organiques volatils totaux (COVT)
- D'autres paramètres peuvent exiger une analyse si des contaminants spécifiques ou inusités sont prévus. Ces contaminants peuvent comprendre notamment le perchloréthylène provenant des produits de nettoyage à sec ou les encres des imprimantes. Les bâtiments susceptibles de contenir du styrène butadiène (SB, qu'on retrouve souvent dans les dossiers de moquettes en latex) doivent faire l'objet d'une vérification visant à repérer le 4-Phénycyclohexène (4-PC).

Synergies et compromis

Une gestion adéquate de la construction peut réduire au minimum la possibilité d'une contamination du bâtiment, mais elle doit être effectuée dès le début de la planification de la construction. Il est également important de choisir des matériaux de construction qui présentent un faible potentiel de contamination, comme les peintures, les adhésifs et les produits d'étanchéité contenant peu de COV; on doit également prévoir le dégagement gazeux des contaminants avant la pose de matériaux absorbants, comme les moquettes et les meubles. L'établissement précis du calendrier et

A	É	S	G	E	É	A	M	R	Q	E	I	I	P	D
Crédit 3														

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 3					

des spécifications exigeant un nettoyage hors site des matériaux du bâtiment peuvent aider à éviter les retards imprévus dans les travaux.

Ressources

Sites Web

EPA Protocol for Environmental Requirements, Testing for Indoor Air Quality, Baseline IAQ and Materials for Research Triangle Park Campus.

Cette section sur les spécifications faisait partie des documents de construction de la Research & Administration Facility de l'EPA au Research Triangle Park. La section 01445 porte sur les tests de base de la qualité de l'air intérieur et sur les tests de matériaux.

*www.epa.gov/rtp/new-bldg/
environmental/specs.htm
(919) 541-0249*

EPA Fact Sheet: Ventilation and Air Quality in Offices: Cette publication de l'EPA aborde des questions de QAI pour les immeubles à bureaux.

Site: www.epa.gov/iaq/pubs/ventilat.html

Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association (SMACNA):

Association professionnelle qui publie la norme de référence ainsi que le document Indoor Air Quality: A Systems Approach, qui comprend une discussion en profondeur sur les sources de polluants, les mesures, les méthodes de contrôle et les techniques de gestion.

Site: www.smacna.org

Imprimés

- *Indoor Air Quality, Construction Technology Centre Atlantic.* On peut acheter ce rapport, qui consiste en un examen complet des problèmes et des solutions en matière de qualité de l'air intérieur, au site *ctca.unb.ca/IAQ/index.htm* ou au (506) 453-5000.

Définitions

Plan de gestion de la QAI pour la construction: Document se rapportant à un projet de bâtiment qui précise les mesures servant à réduire au minimum la contamination dans le bâtiment pendant la construction et avant l'occupation.

Systèmes de CVCA: Comprend les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation qui servent à assurer le confort thermique et la ventilation à l'intérieur du bâtiment.

Variantes régionales

Les exigences du présent crédit s'appliquent de façon universelle partout au Canada.

Étude de cas

Emergency Medical Services Facility

Cambridge, Ontario

McCallum Sather Architects Inc., 2004

L'Emergency Medical Services Central Fleet Facility est le quartier général de répartition des ambulances pour toute la région de Waterloo et abrite jusqu'à 12 ambulances et des bureaux administratifs. L'édifice de 2 000 mètres carrés a été conçu selon les critères de la cote LEED Or. Les caractéristiques de l'installation comprennent la rétention d'eau sur place, un aménagement paysager indigène, un réservoir à eau de pluie pour la chasse des toilettes, une déshumidification par siccatif au lieu d'un conditionnement d'air et un système photovoltaïque de 20 kW. Les économies prévues d'énergie et d'eau sont de 65 % et 40 % respectivement par rapport à de nouveaux bâtiments de conception classique.

Un plan de qualité de l'air intérieur pendant la construction a été élaboré et mis en application. Pendant la construction, les entrepreneurs ont protégé les conduits d'air avec une pellicule plastique, ont gardé les tapis-moquettes et carreaux de plafond emballés jusqu'à leur installation et n'ont pas fait fonctionner les systèmes de CVCA. Après la construction, mais avant l'occupation, un programme d'analyse de l'air intérieur a été mis à exécution pendant trois jours. Les concentrations de matières particulaires, de formaldéhyde, de COV, de monoxyde de carbone et de bioxyde de carbone ont été mesurées de façon continue. Les valeurs moyennes étaient toutes inférieures aux limites imposées.



Photo: McCallum Sather Architects Inc.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4.1					

1 Point

Matériaux à faibles émissions: Adhésifs et produits d'étanchéité

But

Réduire la quantité de contaminants de l'air intérieur qui sont odorants, potentiellement irritants et/ou nocifs pour le confort et le bien-être des ouvriers et des occupants.

Exigences

La teneur en COV des adhésifs, des produits d'étanchéité et des apprêts pour produits d'étanchéité utilisés doit être moindre que les limites actuelles de COV du règlement no 1168 du South Coast Air Quality Management District (SCAQMD).

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou le responsable, énumérant les adhésifs et les produits d'étanchéité utilisés dans le bâtiment et déclarant qu'ils satisfont aux exigences indiquées.

Si une vérification est requise au cours du processus de certification :

- Les documents soumis pour la certification doivent comprendre les fiches techniques, les fiches signalétiques (FS) santé et sécurité, les attestations signées ou d'autres documents officiels indiquant clairement les taux d'émission des produits

Matériaux à faibles émissions: Peintures et enduits

AÉS	GEE	ÉA	MR	QE	IPD
Crédit 4.2					

But

Réduire la quantité de contaminants de l'air intérieur qui sont odorants, potentiellement irritants et/ou nocifs pour le confort et le bien-être des ouvriers et des occupants.

1 Point

Exigences

Les émissions de COV provenant des peintures doivent respecter les limites de COV et de composants chimiques stipulés par les exigences de la norme GS-11 de Green Seal de janvier 1997.

ET

La teneur en COV des enduits anti-corrosifs utilisés doit être moindre que les limites actuelles de COV de la norme GS-03 de Green Seal de mai 1993.

ET

Dans le cas des enduits et des peintures d'intérieur qui ne sont pas visés par les normes GS-11 et GS-03, la teneur en COV de tous les apprêts, sous-couches, peintures primaires, peintures d'impression, couches intermédiaires, scellants ainsi que des finis clairs pour le bois utilisés doit être moindre que les limites actuelles de COV du règlement no 1113 du South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) de la Californie de novembre 1996.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou par le responsable, énumérant tous les enduits et toutes les peintures d'intérieur utilisées dans le bâtiment qui sont visés par les normes GS-11 et GS-03 de Green Seal ainsi que par le règlement no 1113 du SCAQMD. Attester qu'ils respectent les limites de COV et de composants chimiques et/ou les restrictions concernant les composants chimiques de chaque norme.

Si une vérification est requise au cours du processus de certification :

- Les documents soumis pour la certification doivent comprendre les fiches techniques, les fiches signalétiques (FS) de santé et sécurité, les attestations signées ou d'autres documents officiels indiquant clairement la teneur en COV.

Crédit 4.3

1 Point

Matériaux à faibles émissions: Tapis

But

Réduire la quantité de contaminants de l'air intérieur qui sont odorants, potentiellement irritants et/ou nocifs pour le confort et le bien-être des ouvriers et des occupants.

Exigences

Les systèmes de tapis doivent se conformer aux exigences du programme Green Label d'analyse de la qualité de l'air intérieur du Carpet and Rug Institute (U.S.A.) ou les dépasser.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou par le responsable, énumérant tous les systèmes de tapis utilisés dans le bâtiment et affirmant qu'ils respectent les limites actuelles de COV du programme Green Label d'analyse de la qualité de l'air intérieur du Carpet and Rug Institute.

Si une vérification est requise au cours du processus de certification :

- Les documents soumis pour la certification doivent comprendre les fiches techniques, les fiches signalétiques (FS) de santé et sécurité, les attestations signées ou d'autres documents officiels indiquant clairement les débits d'émission des produits.

Matériaux à faibles émissions: Bois composite et adhésifs pour stratifiés

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4.4					

But

Réduire la quantité de contaminants de l'air intérieur qui sont odorants, potentiellement irritants et/ou nocifs pour le confort et le bien-être des ouvriers et des occupants.

1 Point

Exigences

Les produits de bois composite et les produits à base de fibres agricoles, incluant les matériaux d'âme, ne doivent contenir aucune résine d'urée formaldéhyde ajoutée. Les adhésifs qui entrent dans la composition des assemblages stratifiés contenant ces produits ne doivent pas contenir d'urée formaldéhyde.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou par le responsable, énumérant tous les produits de bois composite utilisés dans le bâtiment et affirmant qu'ils ne contiennent aucune résine d'urée formaldéhyde ajoutée et énumérant tous les adhésifs pour assemblages stratifiés utilisés dans le bâtiment et déclarant qu'ils ne contiennent pas d'urée formaldéhyde.
- Fournir la documentation sur tous les produits d'âme et d'adhésifs utilisés dans le projet indiquant que les produits utilisés ne contiennent pas d'urée formaldéhyde ajoutée.
- Dans le cas d'une vérification de ce crédit, les documents soumis pour la certification doivent comprendre les fiches techniques, les fiches signalétiques (FS), les attestations signées ou d'autres documents officiels indiquant clairement les débits d'émission des produits.

Interprétations

- Ce crédit s'applique aux produits et aux processus d'installation installés à l'intérieur de la coquille qui protège contre les intempéries et qui peuvent avoir une incidence négative sur la qualité de l'air intérieur. Ainsi, les produits d'étanchéité des conduits, qu'ils soient posés avant ou après la pose des fenêtres, constituent des substances réglementées prises en compte par ce crédit.
- Seuls les adhésifs et les produits d'étanchéité utilisés à l'intérieur du bâtiment pendant la phase de construction doivent respecter les limites mentionnées dans le crédit. Les adhésifs et les produits d'étanchéité appliqués aux bâtis, aux portes ou aux autres composants intérieurs préfabriqués hors site ne sont pas assujettis aux exigences en matière de COV, cependant tout bâtis ou finis (revêtement de sol, tablettes, armoires, etc.) fixés de façon permanente au bâtiment, ne peuvent pas contenir de résine ou de liant à base d'urée-formaldéhyde. Dans le cas d'un projet qui exige des peintures et des enduits appliqués en atelier qui respectent également les exigences de la norme Green Seal, on peut faire la demande d'un crédit de conception novatrice pour efforts exceptionnels en matière de qualité environnementale.

1 Point

- Les fiches techniques, les brochures et les attestations des fabricants sont des substituts acceptables pour les fiches signalétiques (FS). Peu importe la documentation, elle doit être authentique et comprendre les données exigées.
- Si, pour un projet, on doit utiliser de petites quantités de peinture non conforme, on peut calculer un budget de COV afin de démontrer que la moyenne globale des COV de tous les produits de peinture (d'après le nombre de litres de chaque produit utilisé) est inférieure à la limite permise, par catégorie.

Résumé des normes citées en référence

South Coast Rule #1168 du South Coast Air Quality Management District
 South Coast Air Quality Management District, <http://www.aqmd.gov/rules/reg/reg11/r1168.pdf>, (909) 396-2000

Le South Coast Air Quality Management District est un organisme gouvernemental du sud de la Californie qui a pour mission d'assurer une saine qualité de l'air pour ses résidents. Cet organisme a établi des normes propres aux sources de pollution afin de réduire leur impact sur la qualité de l'air. Les limites du règlement South Coast no 1168 quant aux COV en ce qui a trait aux adhésifs et aux produits d'étanchéité (à la date de la publication du guide de référence) sont résumées aux *tableaux 1a, 1b et 2*. Le *tableau 3* résume les limites du règlement no 1113 pour les enduits architecturaux. Précisons que les usagers doivent vérifier les facteurs d'émission mis à jour, plutôt que de se fier à ceux résumés dans ce guide de référence.

Tableau 1 : Règlement no 1168 du South Coast Air Quality Management District de la Californie – Adhesive and Sealant Applications

Limite des COV*, moins l'eau et les composés exemptés (grammes par litre) http://www.aqmd.gov/rules/reg/reg11/r1168.pdf	
Applications architecturales	Limite de COV actuelle
Adhésifs pour tapis d'intérieur	50
Adhésifs pour sous-tapis	50
Adhésifs pour tapis d'extérieur	150
Adhésifs pour parquet	100
Adhésifs pour plancher de caoutchouc	60
Adhésifs pour sous-plancher	50
Adhésifs pour carreaux de céramique	65
Adhésifs pour carreaux de VCT et d'asphalte	50
Adhésifs pour cloisons sèches et panneaux	50
Adhésifs pour moulures	50
Adhésifs polyvalents de construction	70
Adhésifs pour vitrage extérieur collé	100
Adhésifs pour membrane de couverture à couche unique	250

Tableau 2 : Règlement no 1168 du South Coast Air Quality Management District de la Californie – Specialty Applications

Limite des COV*, moins l'eau et les composés exemptés (gramme par litre)

Applications spécialisées	Limites de COV et dates d'entrée en vigueur**			
	Limite de COV actuelle	6-7-02	1-1-03	1-1-05
Soudure PVC	510			285
Soudure PVCC	490			270
Soudure ABS	400			
Soudure de ciment plastique	350			250
Apprêt adhésif pour le plastique	650			250
Fabrication de disquettes d'ordinateur	350			
Adhésif de contact	250		80	
Adhésif de contact spécialisé	250			
Réchappage de pneus	100			
Apprêt adhésif pour le ruban de marquage de circulation	150			
Adhésif pour pièce de charpente en bois	140			
Installation de revêtement de caoutchouc posé par feuilles	850			
Adhésif de partie supérieure et couvre-joint	250			

** Les limites précisées demeurent en vigueur à moins que des limites révisées soient indiquées dans les colonnes qui suivent.

Applications spécifiques de substrat	Limite de COV actuelle
Métal sur métal	30
Mousse plastique	50
Matériau poreux (sauf le bois)	50
Bois	30
Fibre de verre	80

Si on se sert d'un adhésif pour lier ensemble des substrats différents, il faut que l'adhésif dont le contenu de COV est le plus élevé soit autorisé.

Produits d'étanchéité	Limite de COV actuelle
Architectural	250
Pont de navire	760
Toit sans membrane	300
Chaussée	250
Membrane de toit à couche unique	450
Autres	420

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4.4					

1 Point

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4.4					

1 Point

Tableau 2: Suite

Apprêts pour produit d'étanchéité	Limite de COV actuelle
Architectural	
Non poreux	250
Poreux	775
Bitume modifié	500
Pont de navire	760
Autres	750

Tableau 3 : Extrait du règlement no 1113 du South Coast Air Quality Management District de la Californie – Architectural Coatings (8 novembre 1996)

Tableau des normes : Limites de COV						
Grammes de COV par litre d'enduit, moins l'eau et les composés exemptés						
http://www.aqmd.gov/rules/siprules/sr1113.pdf						
Enduit	Limite*	En vigueur 1/1/98	En vigueur 1/1/99	En vigueur 7/1/01	En vigueur 1/1/05	En vigueur 7/1/08
Enduits anti adhérence	350					
Fini transparent pour bois						
- Vernis	350					
- Apprêts à poncer	350					
- Vernis-laque	350	550			275	
Produits de cure du béton	350					
Enduits pour brouillard sec	400					
Enduits d'extérieur ignifuges	350		350			
Enduits protecteurs contre incendie						
- transparents	650					
- pigmentés	350					
Enduits mats	100			100		50
Enduits pour arts graphiques (affiches)	500					
Apprêts et enduits de finition d'entretien industriels						
- Alkydes	420					
- Résine époxyde catalysée	420					
- Matériaux avec enduits bitumineux	420					
- Polymères inorganiques	420					
- Polymères chlorovinylques	420					
- Caoutchouc chloré	420					

Tableau 3 : Extrait du règlement no 1113 du South Coast Air Quality Management District de la Californie – Architectural Coatings (8 novembre 1996)

Tableau des normes : Limites de COV						
Grammes de COV par litre d'enduit, moins l'eau et les composés exemptés						
http://www.aqmd.gov/rules/siprules/sr1113.pdf						
Enduit	Limite*	En vigueur				
		1/1/98	1/1/99	7/1/01	1/1/05	7/1/08
- Polymères acryliques	420					
- Polymères uréthane	420					
- Silicones	420					
- un seul milieu de suspension	420					
Laques à l'asphalte / enduits de faux fini	350		350			
Enduit de ciment magnésien	450		450			
Enduits de mastic	300					
Enduits polychromes	250	250				
Vernis laque pigmenté	550	550			275	
Peintures primaires réactives avant traitement	780					
Apprêts, produit d'étanchéité et sous couches	350					
Peintures-émail à séchage rapide	400					
Enduits à toiture	300					
Vernis à la gomme laque						
- Transparent	730					
- Pigmenté	550					
Teintures	350					
Enduits de piscine						
- Réparation	650					
- Autres	340					
Enduits de chaussée	150	150				
Produits d'étanchéité imperméabilisants	400					
Produits de préservation du bois						
- Dans le sol	350					
- Autres	350					
Enduit à faible teneur en solides	120					

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4.4					

1 Point

Extract, California South Coast Air Quality Management District Rule #1168 – Adhesive and Sealant Applications (October 3, 2003)

Exigences

1. À moins d'indication contraire au paragraphe (c)(2), une personne ne peut pas appliquer des adhésifs, des apprêts de fixation par collage, des apprêts de collage ou tout autre apprêt qui contient des COV dans une concentration de plus de 250 g/L moins l'eau et les composés exemptés.
2. Une personne ne peut pas appliquer des adhésifs, des apprêts de fixation par collage, des apprêts de collage, des produits d'étanchéité, des apprêts pour produit d'étanchéité ou tout autre apprêt qui contient des COV dans une concentration supérieure aux limites précisées ci-après:
 - Pour les adhésifs ou les produits d'étanchéité à faible teneur en solides, la limite de COV est exprimée en grammes par litre de matériau, tel que déterminé au paragraphe (b)(32). Pour tous les autres adhésifs et produits d'étanchéité, les limites de COV sont indiquées en grammes de COV par litre d'adhésif ou de produit d'étanchéité, moins l'eau et les composés exemptés établis au paragraphe (b)(31).

Norme Green Seal GS-11 - Paints and GC-03 Anti-Corrosive Paints

Green Seal, www.greenseal.org, (202) 872-6400

Green Seal est un organisme sans but lucratif qui fait la promotion de la fabrication et de la vente de produits de consommation écologiques. La norme GS-11 concerne les peintures et les apprêts; la norme GC-03 a trait aux peintures anti-corrosives.

Extrait de la Green Seal Environmental Standard

Paints (GS-11), première édition, 20 mai 1993

<http://www.greenseal.org/standards/paints.htm>

4. Exigences environnementales propres aux produits.

4.1 Limites de composants chimiques.

4.1.1 COV. Les concentrations de COV du produit ne doivent pas être supérieures à celles indiquées ci-après et établies par la méthode de test de référence 24 (Determination of Volatile Matter Content, Water Content, Density Volume Solids, and Weight Solids of Surface Coatings) de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis, Code of Federal Regulations Title 40, partie 60, appendice A.

Le calcul des COV ne doit pas tenir compte de l'eau ni de la couleur de teinte ajoutée au moment de la vente.

Enduits d'intérieur:

Type d'enduit	Poids des COV en g/L de produit moins l'eau
Non mat ³	150
Mat	50

Enduits d'extérieur:

Type d'enduit	Poids des COV en g/L de produit moins l'eau
Non mat ⁴	200
Mat	100

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4.4					

1 Point

4.1.2 Composés aromatiques. Le produit ne doit pas contenir plus de 1 % du poids total en composés aromatiques. On doit mesurer la concentration de ces composés si on a établi, dans le cadre d'une vérification des matériaux, la présence de ces composés dans le produit.

4.2 Restrictions de composants chimiques. Le fabricant doit démontrer que les composés chimiques suivants ne sont pas utilisés comme ingrédients dans la fabrication du produit.

- 4.2.1 Halométhanés
 - dichlorométhane
- 4.2.2 Éthanes chlorés
 - 1,1,1-trichloroéthane
- 4.2.3 Solvants aromatiques
 - benzène
 - toluène (méthylbenzène)
 - éthylbenzène
- 4.2.4 Éthylènes chlorés
 - chlorure de vinyle
- 4.2.5 Aromatiques polynucléaires
 - naphthalène
- 4.2.6 Chlorobenzènes
 - ortho-dichlorobenzène
- 4.2.7 Esters de phthalate
 - diphthalate (2-éthylhexyle)
 - phthalate de butyle et de benzyle
 - phthalate di-n-butyle
 - phthalate di-n-octyle
 - phthalate de diéthyle
 - phthalate de diméthyle
- 4.2.8 Divers composés organiques semi-volatils
 - isophorone
- 4.2.9 Métaux et leurs composés
 - antimoine
 - cadmium
 - chrome hexavalent
 - plomb
 - mercure
- 4.2.10 Préservatifs (agents antisouillures)
 - formaldéhyde
- 4.2.11 Cétones
 - méthyléthylcétone
 - méthylisobutylcétone

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4.4					

4.2.12 Divers composés organiques volatils
acryaldéhyde
acrylonitrile

1 Point

**Extrait de la Green Seal Environmental Standard
Anti-Corrosive Paints (GC-03), première édition, 7 janvier 1997**
<http://www.greenseal.org/standards/anti-corrosivepaints.htm>

4. Exigences environnementales propres aux produits.

a.Limites quant aux composants chimiques — COV : le fabricant doit démontrer que la peinture n'est pas conçue de manière à dépasser les concentrations de COV (en grammes par litre de produit, moins l'eau) indiquées ci-après :

Type d'enduit: Lustré — 250
 Semi-lustré — 250
 Mat — 250

Le calcul des COV ne doit pas tenir compte de l'eau et de la couleur de teinte ajoutée au moment de la vente.

b.Limites de composants chimiques — Composés aromatiques. Le produit ne doit pas contenir plus de 1,0 % de composés aromatiques en poids total. On doit effectuer des essais de concentration de ces composés si on a établi, dans le cadre d'une vérification des matériaux qu'ils sont présents dans le produit.

c.Limites de composants chimiques — Autres: le fabricant doit démontrer que les composés chimiques suivants ne sont pas utilisés comme ingrédients dans le produit, sauf en cas d'une contamination imprévue :

1. Halométhane : dichlorométhane
2. Éthane chlorés : 1,1,1-trichloroéthane
3. Solvants aromatiques : benzène, toluène (méthylbenzène), éthylbenzène,
4. Éthylènes chlorés : chlorure de vinyle
5. Aromatiques polynucléaires : naphthalène
6. Chlorobenzènes : ortho-dichlorobenzène
7. Esters de phthalate : diphthalate (2-éthylhexyle), phthalate de butyle et de benzyle, phthalate di-n-butyle, phthalate di-n-octyle, phthalate de diéthyle, phthalate de diméthyle
8. Divers composés organiques semi-volatils : isophorone
9. Métaux et leurs composés : antimoine, cadmium, chrome hexavalent, plomb, mercure
10. Préservatifs (agents antisallisures) : formaldéhyde
11. Cétones : méthyléthylcétone, méthylisobutylcétone
12. Divers composés organiques volatils : acryaldéhyde, acrylonitrile

Carpet and Rug Institute Green Label Testing Program

http://www.carpet-rug.com/drill_down_2.cfm?page=8&sub=3&requesttimeout=350

Carpet and Rug Institute, www.carpet-rug.com, (800) 882-8846

Le Carpet and Rug Institute est une association manufacturière qui représente les entreprises de tapis et de moquette. Cet organisme a établi les limites du « Green Label Testing Program », qui servent à déterminer les tapis à faibles émissions à l'intention des consommateurs. Ce programme a fixé des limites pour les COV dans le tapis, les coussins et les adhésifs. Cette information est résumée aux *tableaux 4a, 4b et 4c* ci-après.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QE	IPD
Crédit 4.4					

1 Point

Tableau 4a : Extrait du programme de test « Green Label »

Critères pour les tapis

http://www.carpet-rug.com/drill_down_2.cfm?page=8&sub=6

Coefficient d'émission maximal (en mg/m ² · h)	
<i>Composés organiques volatils totaux</i>	0,5
4-Phénycyclohexène (4-PC)	0,05
Formaldéhyde (pour prouver que ce composé n'est pas utilisé)	0,05
Styrène	0,4

Tableau 4b : Extrait du programme de test « Green Label »

Critères pour les coussins

http://www.carpet-rug.com/drill_down_2.cfm?page=8&sub=7

Coefficient d'émission maximal (en mg/m ² · h)	
<i>Composés organiques volatils totaux</i>	1
Butylhydroxytoluène (BHT)	0,30
Formaldéhyde	0,05
4-Phénycyclohexène (4-PC)	0,05

Tableau 4c : Extrait du programme de test « Green Label »

Critères pour les adhésifs

http://www.carpet-rug.com/drill_down_2.cfm?page=8&sub=8

Coefficient d'émission maximal (en mg/m ² · h)	
<i>Composés organiques volatils totaux</i>	10
Formaldéhyde	0,05
Éthyl-2 hexanol	3

Crédit 4**Synergie du crédit****MR Crédit 1**

Réutilisation des bâtiments

MR Crédit 4

Contenu recyclé

MR Crédit 5

Matériaux régionaux

MR Crédit 6

Matériaux rapidement renouvelables

MR Crédit 7

Bois certifié

MR Crédit 8

Bâtiment durable

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Crédit 3

Plan de gestion de la QAI

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Un grand nombre de produits de construction contiennent des composés qui ont une incidence négative sur la santé humaine, la qualité de l'air intérieur et l'atmosphère terrestre. Les plus importants de ces composés sont les composés organiques volatils (COV) qui contribuent à produire le smog et la pollution de l'air à l'extérieur, en plus d'avoir des répercussions négatives sur le bien-être des occupants des bâtiments. En choisissant des matériaux à faibles émissions, on peut éviter les répercussions sur la qualité de l'air extérieur et intérieur.

Ce crédit porte sur les matériaux de construction qui contiennent en général un contenu de VOC élevé, dont les adhésifs, les peintures et les enduits, les ensembles de tapis, le bois composé et les produits d'agrofibre.

Aspects environnementaux

Les COV sont des composés chimiques qui contribuent à la pollution de l'air à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. Ils sont d'intérêt pour deux raisons majeures.

1. Une exposition prolongée à de nombreux COV influe directement sur la santé humaine, même à des concentrations très faibles.
2. Les COV réagissent à la lumière du soleil et à l'azote atmosphérique et forment de l'ozone troposphérique, un produit chimique qui a un effet nuisible sur la santé humaine, les cultures, les forêts et les écosystèmes. L'ozone endommage les tissus pulmonaires, réduit la fonction respiratoire et rend les poumons sensibles à d'autres irritants. C'est

un composant important du smog, qui influe sur les cultures et la flore.

Aspects économiques

Des occupants en bonne santé sont plus productifs et sont moins enclins à l'absentéisme. L'utilisation de matériaux à contenu élevé de COV peut causer des maladies et peut provoquer une diminution de la productivité des occupants. Ces problèmes entraînent des dépenses et une responsabilité accrues pour les propriétaires des bâtiments, les exploitants et les compagnies d'assurance. Ainsi, le marché de la construction incite les fabricants à offrir des produits de rechange contenant peu de COV en remplacement des produits de construction traditionnels. Les coûts de ces produits à faible teneur en COV sont en général concurrentiels par rapport aux matériaux traditionnels.

Cependant, le marché des matériaux de construction sains se développe. Il peut être difficile de se procurer certains types de produits à faible teneur en COV et certains peuvent être un peu plus coûteux que les matériaux traditionnels, particulièrement au moment du lancement de ces produits sur le marché. Toutefois, ces problèmes diminuent au fur et à mesure que leur utilisation s'accroît.

Aspects communautaires

Les COV ont une incidence sur la qualité de l'air intérieur et ils contribuent au syndrome des bâtiments malsains, aux maladies liées aux bâtiments et à l'hypersensibilité aux produits chimiques. L'utilisation de produits contenant des COV a également des répercussions sur la qualité de l'air extérieur : formation de smog et un environnement malsain. En utilisant des produits à faible teneur en COV, on peut éviter ces problèmes et créer un

Tableau 5 – Critères de choix environnemental (Éco-Logo)

<http://www.environmentalchoice.ca/index.cfm?fuseaction=main.DspDivision&PageID=21&fkMainPage=0>

Produit	Critère d'émission	Remarques
Peintures non mates à faible teneur en COV	125 g COV/L	Plus strict que le critère Green Seal GS-11 Interior Coating.
Peintures mates à faible teneur en COV	50 g COV/L	Identique au critère Green Seal GS-11 Interior Coating.
Vernis	250 g COV/L	Plus strict que le règlement SCAQMD 1113.
Teintures	100 g COV/L	Plus strict que le règlement SCAQMD 1113.
Tapis, revêtements commerciaux modulaires (carreaux)	COVT : 0,25 mg/m ² -h Formaldéhyde : 0,25 mg COVT /m ² -h	- Le critère sur le formaldéhyde est moins strict que celui de CRI Green Label -Aucune exigence pour 4-PC(4-4-Phénycyclohexène) ou le styrène, à la différence de la CRI Green Label
Produits d'étanchéité et composés de calfeutrage	COV <= 4 % du poids	Critère de choix environnemental par rapport au poids, plutôt que g/L comme pour le critère SCAQMD; exige donc des calculs de conversion pour démontrer la conformité.
Adhésifs de contact	COV <= 8 % du poids	Critère de choix environnemental par rapport au poids, plutôt que g/L comme pour le critère SCAQMD; exige donc des calculs de conversion pour démontrer la conformité.
Adhésifs polyvalents de construction	COV <= 7 % du poids	Critère de choix environnemental par rapport au poids, plutôt que g/L comme pour le critère SCAQMD; exige donc des calculs de conversion pour démontrer la conformité.
Adhésifs de construction spéciaux	COV <= 5 % du poids	Critère de choix environnemental par rapport au poids, plutôt que g/L comme pour le critère SCAQMD; exige donc des calculs de conversion pour démontrer la conformité.

** Les limites précisées demeurent en vigueur à moins que des limites révisées soient indiquées dans les colonnes qui suivent.

environnement plus favorable pour les occupants et les voisins.

Conception

Stratégies

Ce crédit s'applique aux produits et aux processus d'installation qui peuvent avoir une incidence négative sur la qualité de l'air intérieur (QAI) du bâtiment, soit ceux qui entrent en contact avec les espaces intérieurs accessibles aux occupants. Bien que les projets doivent viser à restreindre l'utilisation de matériaux qui émettent des COV à l'extérieur du bâtiment ou sur le site du projet, l'utilisation de ces matériaux n'est pas prise en compte par ce crédit.

Élaborer un sommaire du projet aux premiers stades de la conception et inclure des critères pour les matériaux présentant une faible teneur en COV à partir des exigences en vigueur des normes citées en référence pour ce crédit. Parmi les matériaux à tenir compte figurent les matériaux de construction et de finition; on doit porter une attention particulière aux grandes quantités de matériaux qui vont être exposées à l'air intérieur.

Effectuer des recherches et préciser les produits à faible teneur en COV d'après la durabilité, la performance et les caractéristiques environnementales. Les fiches signalétiques (FS) des matériaux fournies par les fabricants des produits peuvent ne pas toujours comporter des renseignements sur la teneur en COV : il peut donc s'avérer nécessaire de demander les données sur les tests d'émission aux fabricants des produits. Les rédacteurs de cahiers des charges doivent prendre note que de nombreuses indications de peinture sans COV ou à faible teneur en COV se fondent sur une

gamme limitée de teintes; à l'extérieur de cette gamme, l'indication de COV peut ne pas convenir. S'assurer que les limites de contaminants sont clairement précisées à la division 1 et dans les sections des cahiers des charges où les adhésifs, les produits d'étanchéité, les enduits, les tapis et les bois composés sont pris en compte.

Envisagez d'effectuer un contrôle sur le terrain des niveaux d'émission dans le bâtiment pendant l'installation et avant l'occupation du bâtiment et de mettre en œuvre un programme permanent d'examen périodiques de la QAI pour l'entière durée de vie du bâtiment.

Le programme Éco-Logo (Choix environnemental) certifie un grand nombre de finis abordés par ce crédit et les sous-crédits. Un résumé des exigences relatives aux COV du programme Éco-Logo figure au tableau 5. Le respect des normes citées doit être vérifié par les usagers.

Synergies et compromis

Le choix des matériaux est important si on veut avoir des espaces intérieurs présentant des taux d'émissions de COV bas. Les matériaux obtenus sur place et les matériaux créés à partir de matières recyclées, les matériaux rapidement renouvelables et le bois certifié peuvent avoir une teneur en COV élevée et donc ne pas convenir au projet.

L'utilisation de produits à faible teneur en COV améliore la qualité de l'air intérieur pendant la construction et pendant la durée de vie du bâtiment. Le choix des tapis, adhésifs, peintures, finis et produits d'étanchéité à faible teneur en COV peut aider à améliorer considérablement les résultats des tests de QAI exigés par le crédit QEIc3.

Calculs

Ce crédit s'applique aux produits et aux processus d'installation qui peuvent avoir une incidence négative sur la qualité de l'air intérieur (QAI) sur le site, soit ceux qui entrent en contact avec les espaces intérieurs accessibles aux occupants. Bien que les projets doivent viser à restreindre l'utilisation de matériaux qui émettent des COV à l'extérieur du bâtiment ou sur le site du projet, l'utilisation de ces matériaux n'est pas prise en compte par ce crédit.

Les documents concernant les quatre sous-crédits sont normalement des dossiers qui doivent être tenus à jour. Indiquez les données sommaires sur les COV des produits dans la lettre type LEED. Si ce crédit fait l'objet d'une vérification dans le cadre de l'examen de certification LEED, remettre les fiches techniques contenant les données sur les COV.

Des calculs ne sont nécessaires que si on utilise le « budget de COV », qui est une méthode de conformité de rechange qui permet des applications spécialisées pour lesquelles il n'existe aucun produit à faible teneur en COV. On peut se servir de ce budget pour démontrer la performance globale au niveau de la faible teneur en COV des peintures ou des adhésifs (mais pas une combinaison des deux). Le demandeur doit établir un budget de COV de base se fondant sur la norme de référence correspondante et se doit de respecter ce budget en s'assurant que la quantité de chaque produit utilisée et les concentrations de COV respectives sont inférieures au budget. Pour établir un budget de COV, définir les taux d'utilisation des produits et les quantités de chaque qui sont nécessaires pour la réalisation du projet. Comparer cette situation de référence à un cas de conception qui précise et dresse la somme des COV

pour les produits qui sont (ou vont être) spécifiés pour le projet, pour les mêmes secteurs d'utilisation. Si la limite des COV totaux du cas de conception est inférieure à la situation de référence, on peut obtenir le point.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4					

Ressources

Sites Web

Formaldehyde Update: Document d'information de la Consumer Product Safety Commission.

Site: www.cpsc.gov/CPSCPUB/PUBS/725.html

GreenSpec: Listes détaillées de plus de 1 500 produits de construction écologiques, y compris des données environnementales, des renseignements des fabricants et des liens avec d'autres ressources. (802) 257-7300

Site: www.greenspec.com

Page Web Environmental Issues du Master Painters Institute

Site: www.paintinfo.com/green

Carpet and Rug Institute: « Green Label Plus » Carpet Testing Program - Page Web des produits approuvés.

Site: http://www.carpet-rug.com/drill_down_2.cfm?page=8&sub=15&listid=5

Ten Basic Concepts for Architects and Other Building Designers: A primer on IAQ basics from Environmental Building News.

Site: www.buildinggreen.com/elists/halpaper.html, (802) 257-7300

Zero VOC Paint Manufacturers: Liste des fabricants de peinture qui offrent des produits contenant pas ou peu de COV, fournie par le South Coast Air Quality Management District.

Site: <http://www.aqmd.gov/business/brochures/zerovoc.html>

Lignes directrices sur les composés organiques volatils dans les produits de consommation. Ébauche. Loi canadienne de 1999 sur la protection de l'environnement. Bureau national de la prévention de la pollution, Environnement Canada. Ce site précise les limites de teneur en COV et en COTV dans les produits de consommation utilisés au Canada.

Site: <http://www.ec.gc.ca/nopp/consult/voc-cov/voc.htm>

Critères de certification, programme Choix environnemental (Éco-Logo). Le programme Choix environnemental présente une liste de produits et de services qui sont vérifiés par des tiers et dont le caractère écologique est certifié. (Précisons que tous les critères Éco-Logo pour les produits de construction ne sont pas aussi stricts que les normes de référence citées pour ce crédit.)

Site: <http://www.environmentalchoice.ca/index.cfm?fuseaction=main.DspDivision&PageID=33&fkMainPage=0>

Imprimés

- *ASTM D5116-97: Standard Guide for Small-Scale Environmental Chamber Determinations of Organic Emissions from Indoor Materials/Products*, ASTM, 1997.
- *Indoor Air Quality Primer*, par Dagmar Schmidt Etkin, Cutter Information Corp., 1993.
- "Paint the Room Green" dans *Environmental Building News*, Volume 8, numéro 2, février 1999.

Définitions

Formaldéhyde: COV naturel qu'on retrouve en petites quantités dans les animaux et les plantes et qui est couramment ajouté (en beaucoup plus grande concentration) dans les matériaux de construction composites. L'urée-formaldéhyde est un produit cancérigène et qui, en concentrations élevées, est irritant pour la plupart des gens : elle peut ainsi causer des maux de tête, des étourdissements, une déficience mentale et d'autres symptômes. Si elle est présente dans l'air à une concentration supérieure à 0,1 ppm (parties par million d'air), elle peut causer un larmolement, des sensations de brûlure aux yeux, au nez et à la gorge, de la nausée, de la toux, des serremments de poitrine, une respiration sifflante, des éruptions cutanées ainsi que des réactions asthmatiques et allergiques.

Polluants de l'air intérieur: Tous les matériaux qui émettent des contaminants et qui peuvent pénétrer dans l'air intérieur sont considérés comme des sources intérieures de contaminants. À titre d'exemple de matériaux qui présentent peu ou pas de risques de contact avec l'air intérieur, mentionnons les matériaux de revêtement extérieur et de couverture qui se trouvent du côté extérieur de la membrane d'étanchéité.

Urée-formaldéhyde: Combinaison d'urée et de formaldéhyde qui est utilisée dans certaines colles et qui se décompose rapidement à la température ambiante. Le phénol-formaldéhyde, qui ne se volatilise qu'à température élevée, est utilisé pour les produits extérieurs, bien que bon nombre de ces produits conviennent aux applications intérieures.

Composés organiques volatils (COV):

Composés carbonés qui participent aux réactions photochimiques atmosphériques (à l'exclusion du monoxyde de carbone, du gaz carbonique, de l'acide carbonique, des carbures et des carbonates métalliques et du carbonate d'ammonium). Les composés se volatilisent (se transforment en gaz) à la température ambiante normale.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 4					

Étude de cas

Mayo Replacement School

Mayo, Territoire du Yukon

Kobayashi + Zedda Architects, 2002

Bâtiment durable désigné selon le PEBC et conforme à la norme C2000.

L'école à ossature de bois de 3 300 m² dessert une petite collectivité éloignée de 500 résidents située à 400 km au nord de Whitehorse. Étant le plus grand bâtiment du village, l'école remplit de nombreux autres rôles, y compris ceux de centre récréatif, de salle communautaire pour les cérémonies des Premières nations et de centre de secours en cas de catastrophe. Tous les principaux finis intérieurs ont fait l'objet d'un tri préliminaire permettant d'identifier les produits acceptables à faible teneur en COV et à faible énergie intrinsèque. Les produits choisis comprenaient des revêtements de sol en linoléum, des menuiseries à placage, des panneaux et des moulures en bouleau, des finis en lattes de pin sciées localement et de la peinture latex à faible teneur en COV.



Photo: Kobayashi + Zedda Architects

Étude de cas

Jackson-Triggs Niagara Estate Winery

Niagara-on-the-Lake, Ontario

Kuwabara Payne McKenna Blumberg, 2001

Le Jackson-Triggs Niagara Estate Winery était l'un des projets du Défi des bâtiments écologiques au Canada en 2002. Partout, des matériaux locaux naturels et non finis ont été utilisés : bois, pierre, béton, acier inoxydable, portes métalliques avec scellant au lieu de peinture, parement extérieur en panneaux de fibro-ciment et murs en maçonnerie de moellons. Les textures et finis variés rehaussent les qualités esthétiques agraires recherchées pour le projet. Environ 95 % des finis intérieurs sont des matériaux à faible teneur en COV.



Photo: Amanda Mitchell

Contrôle des sources intérieures d'émissions chimiques et de polluants

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 5					

But

Réduire le plus possible l'exposition des occupants du bâtiment à des particules, à des contaminants biologiques et à des polluants chimiques potentiellement dangereux qui ont des effets néfastes sur la qualité de l'air et de l'eau.

1 Point

Exigences

Faire la conception de façon à minimiser la contamination croisée par des polluants des secteurs régulièrement occupés :

- Utiliser des systèmes d'entrée permanents (paillasons, grilles gratte-pieds, etc.) pour capter la saleté, les particules, etc., à toutes les entrées du bâtiment où il y a une forte circulation.
- Aux endroits où des produits chimiques ou des gaz dangereux peuvent être présents ou utilisés (incluant les garages, les dépôts de produits d'entretien/lessive du bâtiment et les salles de reprographie/d'impression de documents), aménager des aires séparées aux caractéristiques suivantes : cloisons pleines hauteur dalle à dalle, ventilation d'extraction indépendante envoyant l'air directement à l'extérieur à un taux d'au moins $9,2 \text{ m}^3/\text{heure}/\text{m}^2$ ($0,5 \text{ pi}^3/\text{min}/\text{pi}^2$), aucune recirculation d'air, utilisée à une pression négative par rapport aux espaces avoisinants d'au moins 5 Pa ($0,02$ pouces de colonne d'eau) en moyenne et d'au moins 1 Pa ($0,004$ pouces de colonne d'eau) lorsque la ou les portes sont fermées.
- Fournir des drains de confinement raccordés à des conduits pour éliminer correctement les déchets liquides dangereux aux endroits où des mélanges d'eau et de produits chimiques concentrés sont effectués pour fins d'entretien ou de travail de laboratoire.
- Remplacer tous les matériaux filtrants immédiatement avant l'occupation. Les matériaux filtrants doivent avoir une valeur consignée d'efficacité minimale (MERV) de 13, telle qu'établie selon la norme ASHRAE 52.2-1999, pour les matériaux filtrants installés à la fin de la construction.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou par le responsable, déclarant que :
 - des systèmes d'entrée permanents (paillasons, grilles gratte-pieds, etc.) pour capter la saleté, les particules, etc., sont prévus à toutes les entrées du bâtiment où il y a une forte circulation.
 - les endroits où des produits chimiques sont utilisés et les salles de reprographie de documents ont été séparés physiquement par l'aménagement de cloisons dalle à dalle et de portes qui se ferment d'elles-mêmes ainsi qu'une ventilation d'extraction indépendante a été installée conformément aux exigences du crédit.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 5					

1 Point

- dans les espaces où des mélanges d'eau et de produits chimiques concentrés sont effectués, des drains sont raccordés à des conduits de façon à assurer une élimination appropriée des déchets liquides, sans danger pour l'environnement, selon les exigences des normes et des règlements applicables.

Résumé des normes citées en référence

Le *tableau 1* de la norme ASHRAE 52.2-1999 résume les exigences.

Tableau 1 : Exigences pour les filtre de type MERV 13

Efficacité moyenne composée en fonction de la taille des particules [%]			Résistance minimale finale	
0,30-0,10 µm	1,0-3,0 µm	3,0-10,0 µm	[Pa]	[cm d'eau]
< 75 %	≥ 90 %	≥ 90 %	350	3,6

Interprétations

- Les plafonds suspendus acoustiques ne sont pas en mesure de retenir ou d'empêcher adéquatement les polluants de s'échapper dans d'autres parties du bâtiment et ils peuvent poser des problèmes quant au maintien d'une différence de pression négative conformément à ce qui est indiqué dans les exigences du crédit. Si un plafond est prévu au-dessus d'un espace dont l'utilisation contribue à la production de polluants atmosphériques, on peut utiliser un plafond rigide continu (plaques de plâtre) au haut des murs comme solution adéquate pour l'exigence de séparation entre les dalles, pourvu que les méthodes de construction et les détails démontrent que l'ensemble est en mesure de retenir et d'isoler les polluants/produits chimiques.
- Les espaces traités non occupés qui sont réservés à des processus industriels ou agricoles particuliers peuvent être exemptés de l'exigence de filtres MERV 13, pourvu qu'ils soient correctement rendus étanches et maintenus à une pression inférieure à celle des espaces occupés adjacents, afin de prévenir la contamination de ceux-ci. Les documents soumis doivent démontrer clairement que les salles sont des zones de travail non occupées et qu'elles sont conçues de manière à prévenir toute fuite d'air vers les zones occupées adjacentes. Toutefois, toutes les zones du bâtiment, peu importe leur occupation, doivent respecter les autres exigences du crédit.
- Les systèmes d'évacuation ne doivent pas nécessairement comporter des filtres MERV 13, car ils ne recyclent pas l'air dans le bâtiment.
- La définition d'une photocopieuse ou d'une imprimante tous usages, par rapport à un équipement de copie/d'impression à grand volume qui exige des sorties d'extraction, est laissée à la discrétion de l'équipe de conception, mais il s'agit en général des photocopieuses et des imprimantes qu'utilisent une ou plusieurs personnes pour de petits travaux de copie et d'impression et qui sont situées près de leurs postes de travail plutôt qu'en un endroit central.
- Les salles réservées à la copie et à l'impression qui comportent des sorties d'extraction conformes à ce crédit doivent être séparées des autres espaces

occupés à l'aide de portes à fermeture automatique : on vise ainsi à s'assurer que ces salles sont maintenues à une pression inférieure et à réduire au maximum le déplacement des polluants atmosphériques. En théorie, on peut y parvenir simplement en maintenant une pression négative. Pour respecter le but général de ce crédit en n'utilisant que cette méthode, on doit remettre des documents qui indiquent une différence de pression d'au moins 7 PA (0,03 po de colonne d'eau) des deux côtés de toute ouverture de ces salles en tout temps (y compris pendant les périodes d'utilisation de pointe). Dans une salle qui comprend une grande ouverture sans porte, l'extraction d'un volume d'air de la salle plus grand que le volume introduit ne produit pas nécessairement une pression négative suffisante.

- Dans le cas de projets pour lesquels on dispose de garages attenants, on doit prévoir un système d'extraction indépendant réservé aux garages et qui maintient une pression négative par rapport aux zones occupées, de sorte que les contaminants ne soient pas diffusés par infiltration ou par les portes ouvertes, etc.
- Pour les projets dans le cadre desquels des entrées sont disposées dans des cours extérieures, on doit prévoir des systèmes d'entrée permanents à chaque ensemble de pièces, afin de retenir les saletés et les contaminants recueillis lors du passage dans la cour.
- En général, les buanderies des résidents dans les immeubles à logements multiples ne doivent pas être dotées de dispositifs d'évacuation, sauf si ces salles servent également au rangement ou au mélange de produits chimiques pouvant être dangereux, comme les produits de nettoyage ou encore au rangement des vadrouilles, des brosses, etc.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 5					

1 Point

Synergie du crédit

ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Préalable 1

Collecte et entreposage des matériaux recyclables

MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Préalable 2

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO₂)

QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Certaines activités courantes propres aux bâtiments ont une incidence négative sur la qualité de l'air intérieur. Les occupants et les visiteurs qui pénètrent dans le bâtiment peuvent, avec leurs vêtements ou leurs souliers, faire entrer des contaminants qui risquent de s'infiltrer dans le système de ventilation. D'autres pratiques en apparence anodines, comme la photocopie, l'envoi de télécopies et le mélange de liquides de nettoyage et d'entretien, peuvent contribuer de façon importante à la production de contaminants aéroportés, ce qui influe sur la santé et la productivité des occupants du bâtiment. Si on réduit les répercussions de ces activités, on peut maintenir une qualité de l'air intérieur supérieure.

Aspects environnementaux

Des matériaux additionnels et une énergie supplémentaire peuvent être nécessaires pour mettre en place des systèmes d'entrée et des zones isolées pour utilisation de produits chimiques. On risque ainsi d'augmenter la consommation des ressources naturelles ainsi que la pollution de l'air et de l'eau. Toutefois, par une gestion adéquate des produits chimiques dangereux employés pour l'exploitation et l'entretien du bâtiment, on peut éviter les déversements accidentels de produits chimiques et les accidents causés par des produits chimiques qui, autrement, seraient nuisibles pour la faune et les écosystèmes.

Aspects économiques

La pose d'éviers et de drains supplémentaires, ainsi que de sorties

d'extraction distinctes pour les salles de copie et d'entretien peuvent entraîner une augmentation du coût initial global du projet. Toutefois, des espaces et des systèmes de nettoyage efficaces, de pair avec de bonnes mesures sanitaires, s'avèrent normalement économiquement valables si on tient compte de la durée de vie du bâtiment. Un air propre favorise une bonne productivité des travailleurs, ce qui se traduit par une augmentation de la rentabilité de l'entreprise. La diminution du risque de déversements peut permettre d'éviter des mesures de dépollution coûteuses.

Aspects communautaires

Un bon entretien profite à la collectivité car on réduit ainsi le risque de déversements accidentels de produits chimiques qui peuvent avoir une incidence sur les propriétés avoisinantes. De plus, un bâtiment écologique favorise le bien-être de ses occupants ce qui peut ainsi contribuer à abaisser les tarifs de l'assurance-santé et les coûts de soins de santé.

Conception

Stratégies

Concevoir toutes les entrées extérieures en prévoyant des systèmes d'entrée permanentes (par exemple des grilles gratte pieds) chargés d'intercepter et de retenir les particules de saletés et de prévenir la contamination de l'intérieur du bâtiment. Prévoir que les surfaces extérieures de pierre, de brique ou de béton éloignent l'écoulement d'eau du bâtiment. L'aménagement paysager aux entrées du bâtiment doit comprendre une végétation exigeant peu d'entretien. On ne doit pas planter d'espèces végétales qui produisent de petits fruits, des fleurs et des feuilles qui peuvent tomber dans les aires d'entrée, afin d'éviter que des

matières organiques pénètrent dans le bâtiment en se collant aux souliers des occupants. Le choix des plantes doit également tenir compte de mesures antiparasitaires intégrées pour éliminer le recours à des pesticides qui peuvent s'infiltrer dans le bâtiment. Installer un robinet d'eau et une prise électrique aux entrées, pour les activités d'entretien et de nettoyage.

Isoler physiquement les activités des occupants qui nécessitent l'utilisation de produits chimiques en ayant recours à une conception adéquate du bâtiment. L'isolation comprend des aires de stockage adéquates et sûres pour l'équipement et les produits d'entretien. Toutes ces aires doivent comporter des éviers et des drains reliés à une tuyauterie convenant au rejet des déchets liquides ainsi que des sorties d'extraction distinctes évacuant l'air à l'extérieure qui fonctionnent sous une pression négative. Pour s'assurer que ces éléments demeurent efficaces pendant longtemps, les propriétaires du bâtiment doivent mettre en place des programmes de formation en exploitation et en entretien portant sur l'utilisation et l'entreposage des produits chimiques.

Au cours du concept préliminaire, concevoir les salles de copie et d'impression en prévoyant des cloisons structurales de dalle à dalle et des systèmes de ventilation d'extraction réservés. Aménager l'équipement à grand volume (par exemple les photocopieuses, les imprimantes et les télécopieurs) à une certaine distance des zones régulièrement occupées et concevoir une isolation physique de cet équipement. Installer des sous-systèmes d'extraction réservés et placer les points d'évacuation d'air à une certaine distance des prises d'air du système de CVCA. L'utilisation de

photocopieuses et d'imprimantes tous usages (petites) doit être réduite au maximum dans la mesure du possible. Bien que cette méthode soit encouragée, la conception de systèmes d'évacuation qui tiennent compte de l'utilisation des photocopieuses et des imprimantes tous usages n'est pas exigée en vertu de ce crédit.

Précisons que les filtres à air électroniques ne peuvent pas être testés par la norme ASHRAE 52.2-1999 et que, par conséquent, ils ne sont pas acceptables pour la conformité LEED, sauf si l'on soumet des résultats de recherche et d'essais démontrant la performance équivalente.

Synergies et compromis

Les systèmes de ventilation supplémentaires servant à atténuer les activités de contamination exécutées dans le bâtiment peuvent nuire au rendement énergétique du bâtiment et exiger une mise en service, ainsi qu'une attention particulière de mesures et de vérifications. La conception du système de ventilation sera également touchée. Si on réaménage un bâtiment existant, il ne sera peut-être pas possible d'avoir des séparations dalle à dalle et des systèmes de ventilation distincts pour les zones où on utilise des produits chimiques. Les aires de stockage de produits recyclables peuvent constituer des sources de contamination, selon les articles recyclés. Les produits d'entretien peuvent influencer sur la qualité de l'air intérieur s'ils ne sont pas choisis judicieusement.

Ressources

Sites Web

Janitorial Products Pollution Prevention Project: Projet gouvernemental sans but lucratif qui

consiste à faire des recherches sur des questions et à offrir des fiches techniques, des outils et des liens.

Site: <http://www.wrppn.org/Janitorial/jp4.cfm>

EPA Environmentally Preferable Product Information: Cette liste d'outils comprend des liens avec des renseignements sur les produits de nettoyage ainsi qu'une base de données de l'information environnementale sur plus de 600 produits, dont des produits d'entretien et antiparasitaire.

Site: www.epa.gov/opptintr/epp/tools/toolsuite.htm

Qualité de l'air intérieur. Santé Canada. Ce site offre un large éventail de documents sur la qualité de l'air. Il précise notamment des objectifs sur la qualité de l'air ambiant en ce qui concerne les polluants se rapportant à l'activité humaine, les matériaux et l'ameublement des bâtiments, en plus de présenter un Guide technique pour l'évaluation de la qualité de l'air dans les immeubles à bureaux.

Site: http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/air_quality/generalpubs.htm

CBD-110-F. La ventilation et la qualité de l'air. Digeste de la construction au Canada. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada. Ce document présente des principes fondamentaux de la ventilation qui servent à maintenir un niveau acceptable de qualité de l'air.

Site: <http://www.nrc.ca/irc/cbd/cbd110f.html>

Utilisation de la ventilation pour enrayer l'accumulation de contaminants dans les immeubles à bureaux, Innovation en construction. Volume 3, numéro 3, printemps 1998. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du

Canada. Ce document présente les principes concernant l'utilisation de la ventilation pour enlever par nettoyage les émissions de COV des matériaux de construction, de l'ameublement et de l'équipement des immeubles à bureaux.

Site: http://www.nrc.ca/irc/newsletter/v3no3/ventilation_f.html

Une qualité de l'air acceptable dans les immeubles à bureaux, c'est possible grâce à la ventilation. Solutions constructives. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada. Ce document décrit le rôle d'un cycle de nettoyage qui sert à expulser les contaminants, particulièrement les produits chimiques dégagés par effluents gazeux.

Site: <http://www.nrc.ca/irc/ctus/3.html>

Une étude sur les émanations des postes de travail offre une nouvelle perspective sur les problèmes de QAI. Innovation en construction. Volume 2, numéro 3, hiver 1997. Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada. Ce document présente une étude sur les émissions des postes de travail qui est crucial en ce qui concerne les efforts visant l'amélioration de qualité de l'air intérieur.

Site: http://www.nrc.ca/irc/newsletter/v2no3/workstation_emissions_e.html

Imprimés

- *Clean and Green: The Complete Guide to Non-Toxic and Environmentally Safe Housekeeping* par Annie Berthold-Bond, Ceres Press, 1994.

Variantes régionales

Les exigences du présent crédit s'appliquent de façon universelle partout au Canada.

Contrôle des systèmes par les occupants: Espaces périmétriques

AÉS	GEE	ÉA	MR	QE	IPD
Crédit 6.1					

But

Prévoir des moyens permettant aux occupants individuels ou à des groupes spécifiques dans des espaces à occupants multiples (c.-à-d. salles de classe ou salles de conférence) de contrôler efficacement les systèmes de chauffage, de ventilation et d'éclairage, afin de favoriser la productivité, le confort et le bien-être des occupants du bâtiment.

Exigences

Prévoir, en moyenne, au moins une fenêtre ouvrante et une zone de contrôle de l'éclairage par superficie de 18,5 m² (200 pi²) pour tous les espaces régulièrement occupés situés à moins de 5 mètres (15 pieds) des murs extérieurs.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou par le responsable, démontrant et déclarant que pour les espaces périmétriques régulièrement occupés du bâtiment, au moins une fenêtre ouvrante et une zone de contrôle de l'éclairage sont prévues, en moyenne, par surface de 18,5 m² (200 pi²).

1 Point

1 Point

Contrôle des systèmes par les occupants: Espaces non périmétriques

But

Prévoir des moyens permettant aux occupants individuels ou à des groupes spécifiques dans des espaces à occupants multiples (c.-à-d. salles de classe ou salles de conférence) de contrôler efficacement les systèmes de chauffage, de ventilation et d'éclairage, afin de favoriser la productivité, le confort et le bien-être des occupants du bâtiment.

Exigences

Prévoir des dispositifs permettant à une personne de contrôler le débit d'air, la température et l'éclairage à son poste de travail, et ce pour au moins 50 % des occupants d'espaces non périmétriques occupés régulièrement.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou par le responsable, démontrant et déclarant que des dispositifs permettant de contrôler individuellement le débit d'air, la température et l'éclairage à un poste de travail sont prévus pour au moins 50 % des occupants d'espaces non périmétriques occupés régulièrement.

Résumé des normes citées en référence

Aucune norme de référence pour ce crédit.

Interprétations

- On doit considérer que les espaces de circulation dans des locaux non-cloisonnés constituent des espaces régulièrement occupés. Dans les bâtiments comportant des espaces à aires ouvertes, diviser les zones en deux sous-zones : périmétrique et non périmétrique. Les superficies de plancher de la zone périmétrique, à 4,5 m (15 pi) ou moins du périmètre, et de la zone non périmétrique doivent être utilisées dans les calculs et non considérés comme une pièce distincte.
- Les espaces régulièrement occupés sont des zones et des espaces où l'on s'attend qu'il y ait des occupants dans les conditions de service normales et qui sont typiquement occupés pendant de longues périodes, tel que les aires de travail, les aires de réunion et les cafétérias.
- Les espaces qui ne sont pas régulièrement occupés comprennent les couloirs, les halls et vestibules, les aires des photocopieuses, de l'équipement mécanique, de buanderie, de stockage, ainsi que les toilettes.
- Pour les projets résidentiels multifamiliaux, on peut avoir droit au point QEI 6.1 si on prévoit des fenêtres ouvrantes. Les commandes d'éclairage câblées dans les résidences sont commandées séparément et elles correspondent également au but de ce crédit.
- En général, les commandes d'éclairage exigées par ce crédit sont requises pour tous les luminaires câblés, y compris les commandes de tâches câblées, mais pas

l'éclairage de tâche à fiche des postes de travail, à moins que cela soit prévu par le contrat de conception et de construction du bâtiment.

- Dans le cas de salles comportant des plinthes chauffantes commandées par des thermostats distincts, on doit s'assurer que les thermostats constituent une commande adéquate. Les thermostats intégrés qui figurent sur bien des plinthes chauffantes peu coûteuses sont souvent inexacts, ils ne comportent aucune indication de température et, ainsi, ils offrent aux occupants une commande ou des renseignements inadéquats, ce qui ne correspond pas au but de ce crédit. La demande de certification pour ce crédit doit indiquer de plus l'emplacement adéquat pour les thermostats à distance ainsi que la façon dont la température mesurée de l'espace est indiquée à l'intention des occupants.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 6					

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 6					

Synergie du crédit

ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

MR Crédit 8

Bâtiment durable

QEI Préalable 2

Contrôle de la fumée de tabac ambiante (FTA)

QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO₂)

QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

QEI Crédit 7

Confort thermique

QEI Crédit 8

Lumière naturelle et vues

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Les bâtiments traditionnels sont parfois conçus sous forme d'environnements étanches, les occupants n'ayant aucun moyen de régler la température ou la ventilation et aucun lien physique n'est prévu avec l'environnement extérieur et le voisinage. En ayant des commandes individuelles comme des thermostats, des ouvertures de ventilation, des fenêtres ouvrantes et des brises soleils, les occupants peuvent modifier l'environnement intérieur en fonction de leurs préférences.

Aspects environnementaux

Des commandes individuelles pour les systèmes du bâtiment peuvent améliorer le confort des occupants et économiser de l'énergie en éliminant le conditionnement non désiré ou inutile de l'espace.

Aspects économiques

Les plaintes les plus fréquentes des occupants ont trait à l'inconfort thermique. Un meilleur confort thermique peut accroître le rendement des occupants et l'assiduité et, à tout le moins, réduire le nombre de plaintes. Étant donné que les employés représentent de loin la plus grande dépense pour la plupart des entreprises (selon Green Developments in Real Estate du Rocky Mountain Institute, les salaires des employés de bureau sont 72 fois plus élevés que les coûts énergétiques et représentent 92 % du coût du cycle de vie d'un bâtiment), cet aspect a une incidence considérable sur les coûts globaux. Les études de cas ont démontré des augmentations de la productivité de 1 à 16 % et des réductions de 7 à 11 % du temps perdu

(Heerwagen, 2000; Berry, 2002), ce qui a permis aux entreprises d'économiser des millions de dollars par année.

L'installation de thermostats, de fenêtres ouvrantes et de commandes d'éclairage supplémentaires peut faire augmenter les coûts initiaux du bâtiment. Toutefois, ces coûts sont en général compensés par les économies d'énergie découlant de températures conditionnées plus basses, d'une ventilation naturelle et d'un gain d'énergie solaire moindre par le recours à des éléments d'ombrage adéquats. En revanche, l'usage abusif des commandes individuelles, par exemple le réglage des thermostats à une température trop élevée ou le fait de laisser les fenêtres ouvertes en dehors des heures de travail, entraîne une augmentation des coûts énergétiques. Par conséquent, il importe d'informer les occupants au sujet de la conception et de la fonction des commandes du système.

Aspects communautaires

Les occupants d'un bâtiment qui ont une meilleure maîtrise de leur environnement sont en général plus productifs et en meilleure santé. Cette situation peut entraîner des tarifs d'assurance-santé stables et une diminution des coûts des soins de santé.

Conception

Stratégies

Ce crédit incite à tenir compte des occupants dans le cadre de la conception. La planification de l'espace, les systèmes d'éclairage et la conception du système de CVCA doivent être correctement intégrés dès le début de la conception.

Les fenêtres ouvrantes constituent peut-être la caractéristique que les occupants des bâtiments demandent le plus souvent et le plus ardemment au

cours de la phase de programmation d'un projet. L'équipe de conception doit être informée que l'inclusion de cette caractéristique soulève une foule de questions auxquelles on doit répondre aux premiers stades de la conception du projet. La première décision au sujet des fenêtres consiste à déterminer si on recherche une vue sur l'extérieur ou la lumière naturelle ou les deux. Cette décision aide à déterminer la taille, l'orientation et le rapport hauteur/largeur des fenêtres. Ensuite, on doit déterminer la fonction de ventilation du châssis ouvrant.

Les caractéristiques de ventilation d'une fenêtre qui offre un lien modeste avec l'extérieur sont différentes de celle d'une fenêtre qui peut combler une partie des besoins de refroidissement de l'espace intérieur. Une fois que tous ces paramètres ont été établis, la conception de la partie ouvrante de la fenêtre peut être intégrée à la conception totale de la fenestration.

Dans les bâtiments modernes, les règles de l'art prévoient une ventilation positive de tous les espaces régulièrement occupés. Les systèmes de CVCA mécaniques sont souvent dotés de détecteurs et de commandes qui mettent en marche ou arrêtent l'équipement mécanique qui répond aux besoins des systèmes de ventilation naturelle.

- Un dispositif de commande simple peut comprendre un voyant indiquant que le système de CVCA fonctionne et les moments pendant lesquels le confort et les économies d'énergie seraient supérieurs si les fenêtres étaient fermées.
- Un système intermédiaire pourrait n'autoriser qu'un fonctionnement réduit lorsque les fenêtres sont fermées.

- Une méthode plus complexe pourrait déterminer si un trop grand nombre de fenêtres sont ouvertes, indiquer au système de gestion de l'énergie du bâtiment de fermer les fenêtres à l'aide d'actionneurs et signaler aux occupants de fermer les fenêtres, puis mettre en marche le système de CVCA.

Les commandes d'éclairage exigées dans la zone périmétrique sont supérieures à celles requises par la norme ASHRAE 90.1-1999 sur le plan de la grandeur de la zone d'éclairage, mais des interrupteurs d'éclairage simples correspondent à l'exigence de commande du crédit. Toutefois, des commandes plus évoluées de détection d'occupants et de gradation de lumière peuvent entraîner une augmentation de la productivité et une économie d'énergie.

Les commandes individuelles de température et de ventilation peuvent provoquer une hausse des coûts initiaux si elles sont intégrées au noyau du plan du bâtiment, en particulier s'il s'agit de systèmes à ventilation mécanique ou de systèmes mixtes. Il est difficile pour les systèmes traditionnels de ventilation au plafond à débit d'air variable d'offrir économiquement le degré de commande individuelle exigé pour le crédit, en raison du coût des boîtes de débit d'air variable et des conduits supplémentaires qui sont nécessaires. Les systèmes à débit d'air variable des zones non périmétriques peuvent utiliser un rapport de 1:1:2 entre la boîte de raccordement, les dispositifs de commande et les occupants pour avoir droit au crédit. Les systèmes de distribution d'air sous le plancher qui se servent de grilles de soufflage à commande séparée peuvent s'avérer plus économiques.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 6					

Un certain nombre de systèmes comprennent un système d'air sous le plancher et des commandes séparées aux postes de travail ou encore de petits diffuseurs de plancher réglables séparément. Les systèmes de « contrôle des conditions ambiantes aux postes de travail » transfèrent une grande partie du contrôle du système de CVCA du budget d'amélioration des immobilisations au budget de l'ameublement. Cette situation peut créer des problèmes ou des avantages, selon la structure financière du projet.

L'installation de commandes d'éclairage individuelles aux endroits cruciaux d'un plan d'étage est une méthode assez simple. Une commande supplémentaire est ensuite assurée sur le plan individuel à l'aide d'un éclairage direct des postes de travail. Par exemple, les meubles peuvent comprendre un éclairage direct intégré. Pour un contrôle supérieur, des zones d'éclairage plus grandes peuvent être commandées par des interrupteurs secondaires ou par des détecteurs d'occupation, ce qui permet ainsi de disposer de zones d'éclairage plus restreintes.

Il faut éduquer les occupants au sujet du contrôle individuel de leur espace de bureau. La pose d'affiches peut s'avérer efficace et rappeler aux occupants leurs responsabilités (par exemple baisser le réglage du thermostat la nuit et fermer les fenêtres). On peut mettre en œuvre un système à commande numérique directe afin d'assurer une surveillance adéquate des performances du système et un bon fonctionnement de celui-ci.

Synergies et compromis

Les systèmes de CVCA traditionnels présentent une structure de coûts qui oriente la conception des bâtiments vers de grandes zones de ventilation comportant un nombre réduit de

commandes. Pour intégrer efficacement la commande des systèmes à la conception du bâtiment, on doit évaluer les avantages économiques de la satisfaction des usagers et de la productivité, en plus des coûts.

La conception de systèmes de ventilation et d'éclairage a une influence sur le rendement énergétique du bâtiment et peut exiger des attentions particulières lors de la mise en service et du mesurage et de la vérification.

La possibilité d'installer des commandes individuelles des systèmes peut s'avérer difficile pour les occupants de bâtiments rénovés, particulièrement en ce qui a trait aux fenêtres ouvrantes, dépendamment de la configuration du bâtiment. . Bon nombre d'anciens bâtiments ont été conçus pour une ventilation naturelle. Le degré de commande par les occupants influence la performance du système de ventilation. Les stratégies en matière d'éclairage naturel et de vues extérieures dépendent de la conception des fenêtres.

Calculs

La méthode de calcul ci-après sert à faciliter la présentation des documents à soumettre indiqués à la première page du crédit. La méthode est subdivisée entre les calculs périmétriques et les calculs non périmétriques pour les espaces régulièrement occupés. Les espaces à occupants multiples, comme les salles de conférence et les salles de classe, doivent être pris en compte séparément dans les calculs et on doit respecter les exigences particulières propres à ces espaces.

Établissement des zones périmétriques et non périmétriques

1. Sur un schéma du bâtiment, tracer une ligne en retrait de 4,5 m du mur extérieur du bâtiment. Cette

- délimitation de 4,5 m représente la méthode de calcul type des charges thermiques des zones périmétriques de la norme ASHRAE 90.1. Pour ce crédit, elle sert à faire la distinction entre le type de commandes des espaces périmétriques et non périmétriques.
2. Les zones périmétriques du bâtiment comprennent toutes les zones régulièrement occupées qui se trouvent à 4,5 m ou moins d'un mur périmétrique et qui partagent un lien physique avec l'extérieur du bâtiment.
 3. Les zones non périmétriques du bâtiment sont les zones régulièrement occupées qui se trouvent à plus de 4,5 m d'un mur périmétrique.
 4. Dans le cas des salles qui sont traversées par la ligne de 4,5 m (en retrait par rapport au mur périmétrique) et qui partagent un lien physique avec l'extérieur du bâtiment, l'aire de toute la salle doit être incluse dans le périmètre si 75 % ou plus de la salle figure à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m. Si la partie de la salle qui se trouve à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est inférieure à 75 %, comme pour la salle 1 de la figure 1, seule la partie située à l'intérieur de la délimitation de 4,5 m constitue un espace périmétrique (zone 1A) et l'autre partie est prise en compte dans le calcul de l'espace non périmétrique (zone 1B).
 5. Pour les espaces à occupants multiples, on se sert des calculs de

Figure 1: Exemple de plan d'étage indiquant les espaces périmétriques et non périmétriques

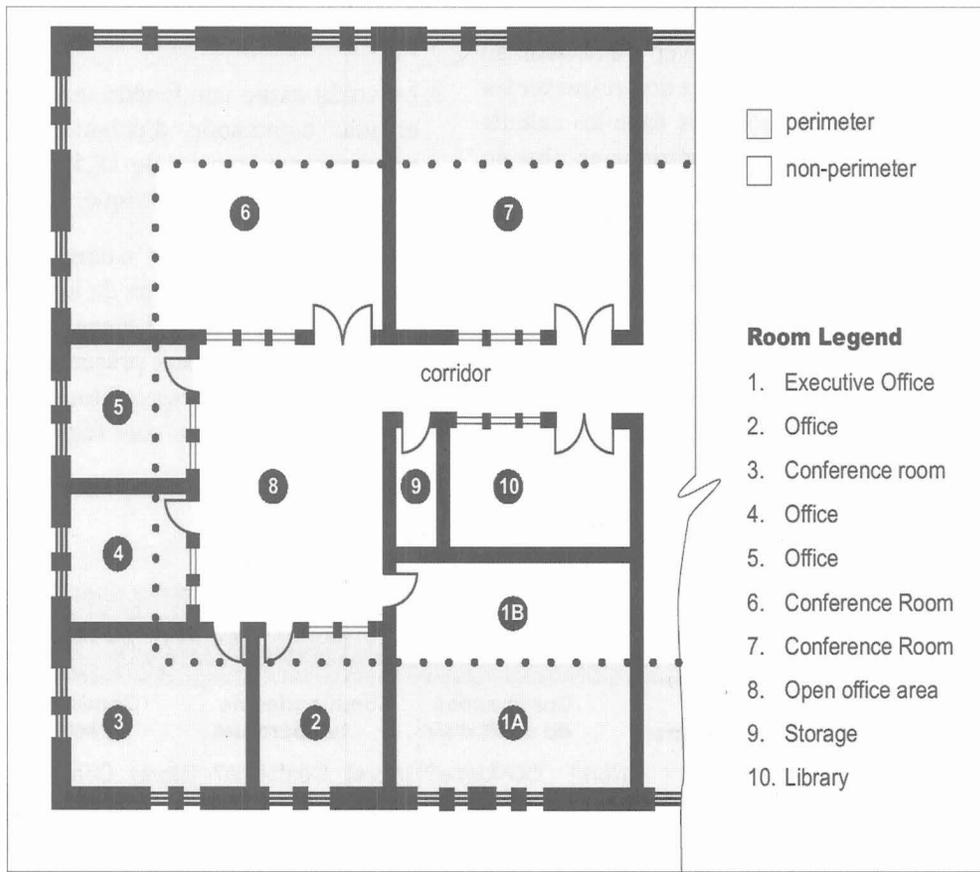


Tableau 1 : Échantillon de calcul pour l'espace 1A et les pièces 2, 4 et 5

Espaces périmétriques (salle dont la partie qui se trouve à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de 75 % ou plus)				
Aire périmétrique [m ²]	Fenêtres ouvrantes		Commandes d'éclairage	
	[Nbre]	Conforme?	[Nbre]	Conforme?
120	10	Oui	8	Oui

zone périmétrique si la partie de la surface de plancher qui figure à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de 75 % ou plus et si l'espace en question partage un lien physique avec l'extérieur du bâtiment. On a recours aux calculs de zone non périmétrique si la partie de la surface de plancher qui figure à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de moins de 75 % OU si l'espace n'a aucun lien avec l'extérieur du bâtiment. Si la partie de la surface de plancher qui figure à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de moins de 75 % et si l'espace a un lien physique avec l'extérieur du bâtiment, cet espace doit respecter les exigences précisées dans les calculs de zone non périmétrique en plus de disposer en moyenne d'une fenêtre ouvrante par tranche de 18,5 m² de surface de zone périmétrique.

Calculs de l'espace périmétrique pour le crédit 6.1

Les commandes par les occupants dont on doit tenir compte pour les zones périmétriques comprennent les fenêtres ouvrantes et l'éclairage.

1. À l'aide de la méthode décrite ci-dessus, déterminer toutes les zones périmétriques du bâtiment.
2. Déterminer le nombre de fenêtres ouvrantes et de commandes d'éclairage de chaque salle périmétrique. L'éclairage direct n'est pris en compte que s'il est câblé. Dans le cas des espaces à occupants multiples, respecter les exigences quant aux fenêtres ouvrantes conformément aux calculs d'espace périmétrique de même que les exigences relatives aux commandes d'éclairage des calculs pour les espaces à occupants multiples.
3. Le crédit exige une fenêtre ouvrante et une commande d'éclairage en moyenne par tranche de 18,5 m² de surface de zone périmétrique.

Le *tableau 1* expose un exemple de calcul de zone périmétrique de la lettre type LEED pour le plan d'étage partiel de l'immeuble à bureaux présenté à la *figure 1*. Le tableau comprend toutes les salles périmétriques qui sont régulièrement occupées.

Tableau 2 : Échantillon de calcul pour l'espace 1B et la pièce 8

Espaces non périmétriques (salle dont la partie qui se trouve à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de moins de 75 %)							
Aire non périmétrique [m ²]	Occupants	Commandes du débit d'air		Commandes de température		Commandes d'éclairage	
		[Nbre]	Conforme?	[Nbre]	Conforme?	[Nbre]	Conforme?
95	3	3	Oui	3	Oui	6	Oui

Calculs d'espace non périmétrique pour le crédit 6.2

Les commandes par les occupants dont on doit tenir compte pour les zones non périmétriques comprennent le débit d'air, la température et l'éclairage.

1. À l'aide la méthode décrite ci-dessus, déterminer la superficie de plancher totale non périmétrique de tous les espaces régulièrement occupés.
2. Déterminer le nombre total d'occupants non périmétriques d'après le type d'usage de chaque espace, à l'aide des densités d'occupation de la norme ASHRAE 62-2001, *tableau 2*. Les exceptions à l'occupation normale (par exemple les locaux administratifs et les locaux à bureaux qui ne sont utilisés qu'à l'occasion à des fins spéciales) doivent être justifiées dans un exposé joint à la lettre type LEED.
3. Établir le nombre total de commandes du débit d'air, de la température et de l'éclairage de cette zone non périmétrique. L'éclairage direct des postes de travail n'est pris en compte que s'il est câblé.
4. Le crédit exige que le nombre de commandes du débit d'air, de la température et de l'éclairage prévues doit correspondre, pour chaque type de commande, à 50 % ou plus des occupants non périmétriques dans l'ensemble. Ces commandes doivent

être installées dans les zones où les occupants correspondants travaillent régulièrement. Les commandes dans les couloirs et les autres zones qui ne servent pas au travail ne sont pas prises en compte dans les calculs.

Il est acceptable de combiner la commande thermique et la commande de ventilation. Par exemple, une personne peut avoir la commande d'un diffuseur d'air sous le plancher qui règle le débit d'air, en plus du contrôle de la température de son espace personnel.

5. Dans le cas des espaces à occupants multiples, respecter les exigences relatives aux commandes du débit d'air, de la température et de l'éclairage conformément aux calculs des espaces à occupants multiples précisés ci-après.

Le *tableau 2* donne un exemple des calculs non périmétriques de la lettre type LEED pour le plan d'étage partiel d'immeuble à bureaux présenté à la *figure 1*.

La salle 9 et le couloir ne sont pas régulièrement occupés et, par conséquent, ils ne sont pas pris en compte dans le calcul.

Calculs des espaces à occupants multiples pour les crédits 6.1 et 6.2

Pour les espaces à occupants multiples, respecter les exigences relatives aux

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 6					

Tableau 3 : Échantillon de calcul pour la pièce 3

Salles périmétriques à occupants multiples (salle dont la partie qui se trouve à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de 75 % ou plus)					
Nombre de salles	Surface totale	Fenêtres ouvrantes	Commandes d'éclairage		
[Nbre]	[m ²]	[Nbre]	Conforme?	[Nbre]	Conforme?
1	46,5	4	Oui	3	Oui

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 6					

fenêtres ouvrantes conformément aux calculs des espaces périmétriques. Chaque espace à occupants multiples périmétrique et non périmétrique doit respecter les exigences ci-après en matière de commande d'éclairage.

Chaque espace à occupants multiples non périmétrique doit également respecter les exigences ci-après relatives aux commandes du débit d'air et à la température.

1. Pour chaque espace dont la surface de plancher est de 930 m² (10 000 pi²) ou moins, prévoir au moins trois commandes d'éclairage individuelles, une commande du débit d'air et une commande de température pour chaque tranche de 230 m² (2 500 pi²).
2. Pour chaque espace dont la surface de plancher est de 930 m² ou plus, prévoir au moins trois commandes d'éclairage individuelles, une commande du débit d'air et une commande de température pour chaque tranche de 930 m².

Les commandes d'éclairage suivantes peuvent être comptabilisées comme

deux commandes individuelles : détecteur d'occupation, commande de l'éclairage naturel, commande de gradation et interrupteur à mise en marche manuelle et arrêt automatique. Les autres commandes d'éclairage, comme les interrupteurs marche-arrêt, sont chacune prises en compte à titre de commandes individuelles. Par exemple, dans le cas d'une salle comportant un détecteur d'occupation, une commande d'éclairage naturel et un interrupteur marche-arrêt, on inscrit « 5 » dans la colonne de commande d'éclairage de la lettre type LEED.

Les commandes du débit d'air et de la température doivent permettre aux occupants de contrôler activement les conditions thermiques de l'espace. Les dispositifs de commande doivent être faciles à régler (autrement dit se trouver à moins de six pieds du sol) et être faciles d'accès pour les occupants (ils ne peuvent donc pas se trouver dans un boîtier verrouillé).

Les *tableaux 3 et 4* présentent des exemples de calculs périmétriques et

Tableau 4 : Échantillon de calculs pour les pièces 6, 7 et 10

Espaces périmétriques et non périmétriques à occupants multiples (salle dont la partie qui se trouve à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de moins de 75 %)											
Plage de grandeur de salle [m ²]	# [Nbre]	Zone périm. [m ²]	Zone non périm. [m ²]	Fenêtres ouvrantes		Commandes du débit d'air		Commandes de température		Commandes d'éclairage	
				[Nbre]	Conf.?	[Nbre]	Conf.?	[Nbre]	Conf.?	[Nbre]	Conf.?
<250	3	123	132	10	Oui	3	Oui	3	Oui	9	Oui
>=250 et <500											
>=500 et <750											
>=750 et <=1 000											
>1 000											

non périmétriques de la lettre type LEED pour les espaces à occupants multiples du plan d'étage partiel de l'immeuble à bureaux présenté à la *figure 1*. La feuille de tableur du *tableau 3* est utilisée pour les salles qui partagent un lien physique avec l'extérieur du bâtiment et qui se trouvent à 4,5 m ou moins de la ligne en retrait. On estime que ces salles sont des espaces périmétriques à 100 %.

La feuille de tableur du *tableau 4* est utilisée pour les salles à occupants multiples dont la partie qui se trouve à l'intérieur de la ligne en retrait de 4,5 m est de moins de 75 %, par exemple les salles non périmétriques à 100% et les salles qui contiennent un espace périmétrique et un espace non périmétrique.

L'exemple du *tableau 4* indique que les trois salles, la surface de chacune d'elles étant de moins de 250 m², représentent un total de 123 m² d'espace périmétrique et 132 m² d'espace non périmétriques. D'après la zone périmétrique, sept fenêtres ouvrantes sont nécessaires ($123/18,5 = 6,65$, le résultat étant arrondi à 7). Au total, 10 fenêtres ouvrantes sont prévues: on respecte donc ainsi l'exigence du crédit pour les salles 6 et 7. D'après les calculs des espaces à occupants multiples, les salles qui sont de moins de 230 m² doivent chacune disposer d'une commande du débit d'air, d'une commande de la température et de trois commandes d'éclairage individuelles. L'exemple montre que ces exigences sont respectées par les trois salles.

Ressources

Sites Web

Center for the Built Environment: Ce centre de recherches de l'University of California, Berkeley offre des renseignements sur les technologies

de distribution de l'air sous le plancher et sur d'autres sujets. Voir la page des publications pour des articles tel que « A Field Study of PEM (Personal Environmental Module) Performance in Bank of America's San Francisco Office Buildings »

Site: www.cbe.berkeley.edu

Rapports de recherche « Planification rentable des aires ouvertes (PRAO) »:

Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches et Consortium PRAO. Études approfondies des variables de la conception de bureaux à aires ouvertes et de leur effet sur la satisfaction des occupants, y compris la conception des postes de travail, la qualité de l'air intérieur et le confort thermique, la lumière et l'acoustique. Les études comprennent des examens sur le terrain et de la documentation, des expériences avec des maquettes de bureaux et des simulations destinées à examiner les nombreux éléments du bureau à aire ouverte. (Certains rapports ne sont pas encore disponibles.)

Les rapports sont les suivants :

- Environmental Satisfaction in Open-Plan Environments: 2. Effects of Workstation Size, Partition Height and Windows (Satisfaction environnementale dans les environnements à aires ouvertes : 2. Effets de la taille du poste de travail, de la hauteur de la partition et des fenêtres)
- Office Air Distribution Systems and Environmental Satisfaction (Systèmes de distribution de l'air et satisfaction environnementale)
- A Literature Review on the Relationship between Outdoor Ventilation Rates in Offices and Occupant Satisfaction (Examen de la documentation sur la relation entre les taux de ventilation extérieure

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 6					

dans les bureaux et la satisfaction des occupants)

- Investigation of Air and Thermal Environments in a Mock-up Open Plan Office: Measurements and CFD Simulations (Enquête sur l'air et les environnements thermiques dans un bureau à aires ouvertes : mesures et simulations de la dynamique des fluides computationnelle)
- The Effect of Office Design on Workstation Lighting: Simulation Results (Effet de la conception de bureau sur la lumière des postes de travail : résultats de la simulation)
- Effects of Office Design on the Annual Daylight Availability (Effets de la conception de bureau sur la lumière disponible annuellement)

Site: irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/02-4-Reports.html#IAQ

Environmental Design + Construction: "Do Green Buildings Enhance the Well Being of Workers? Yes," un article de Judith Heerwagen dans le numéro de juillet et août 2000 qui quantifie les effets des environnements des bâtiments écologiques sur la productivité.

Site: www.edcmag.com (see archives)

The Contribution of Restoration and Effective Operation and Maintenance Programs on Indoor Environmental Quality and Educational Performance in Schools, Berry, MA, Proceedings of Indoor Air 2002.

Site: http://www.chps.net/info/iaq_papers/PaperII.3.pdf

Daylighting in Schools: An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance - Detailed Report, Heschong Mahone Group, 1999

Site: <http://www.mcps.k12>

md.us/departments/facilities/greenschoolsfocus/DaylightingShort.pdf

Imprimés

- Boed, Viktor, *Controls and Automation for Facilities Managers: Applications Engineering*, CRC Press, 1998.

Définitions

Espaces à occupants multiples: Salles de conférence, salles de classe et autres espaces intérieurs utilisés comme lieux de rassemblement pour les présentations, la formation, etc. Les personnes qui utilisent ces espaces ont accès aux commandes d'éclairage et de température.

Espaces individuels à occupants multiples: Il s'agit en général d'un bureau à aires ouvertes. Ces espaces contiennent normalement des postes de travail ordinaires, où chaque personne doit disposer de commandes de confort pour assurer le respect du crédit QEIc6.2.

Espaces non occupés: Il s'agit de toutes les salles utilisées par le personnel d'entretien et qui ne sont pas accessibles à la plupart des occupants. Ces salles comprennent les salles d'entretien, de stockage et d'équipement, ainsi que les placards.

Espaces non régulièrement occupés: Espaces à occupation restreinte pendant des périodes courtes et irrégulières, par exemple couloirs, halls et vestibules, salles de pause-café, salles de reprographie, dépôts, cuisines, toilettes, escaliers, etc.

Espaces régulièrement occupés: Zones et espaces où on retrouve normalement les occupants dans le cadre d'une utilisation normale. Ces endroits sont en

général occupés pendant des périodes prolongées pendant l'utilisation habituelle.

Variantes régionales

Les exigences du présent sous-crédit s'appliquent de façon universelle partout au Canada.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 6					

Étude de cas

Centre des données fiscales de Revenu Canada

Surrey, Colombie-Britannique

Busby and Associates Architects, 1999

L'édifice de Revenu Canada est un complexe à bureaux de 5 étages dont le tracé forme un H et qui est situé à Surrey (C.-B.). La qualité de l'air, l'éclairage et la ventilation ont tous été soigneusement conçus en fonction d'une maîtrise et d'un confort optimal pour l'occupant. La faible largeur du plan d'étage (8,4 m) et les plafonds à 3 m permettent une grande pénétration de la lumière naturelle et une excellente ventilation croisée. Ainsi, 90 % des employés profitent de fenêtres ouvrantes, de la lumière du jour et de vues extérieures. L'éclairage naturel est complété par un système d'éclairage indirect au plafond commandé par des capteurs photoélectriques. Complétant la ventilation naturelle, un système de ventilation sous plancher assure une ventilation par déplacement, ce qui élimine les courants d'air en hauteur et les points chauds ou froids. Une attention particulière a été portée à l'emplacement des fenêtres ouvrantes, des prises d'air extérieur et des bouches d'évacuation d'air et de gaz afin de maintenir la qualité de l'air intérieur. Tout l'air admis et en recirculation est filtré et tous les principaux systèmes de ventilation sont « rincés » pendant une heure avant l'occupation. Des capteurs de CO₂ augmentent les apports d'air extérieur au besoin et chaque poste de travail est équipé de diffuseurs d'air, ce qui permet aux occupants d'avoir une maîtrise individuelle du débit d'air.



Photo: Busby and Associates Architects

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 7.1					

1 Point

Confort thermique: Conformité à la norme ASHRAE 55-2004

But

Fournir un environnement confortable en termes de température, qui favorise la productivité et le bien-être des occupants du bâtiment.

Exigences

Se conformer aux exigences de la norme ASHRAE 55-2004, Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur ou par le responsable, déclarant que le projet est conforme aux exigences de la norme ASHRAE 55-2004. Inclure les documents de conformité conformément aux exigences de la norme, comme décrit à la Section 6.1.1 Documentation, y compris les calculs de la température opérative des espaces climatisés par rayonnement.

Confort thermique: Contrôle

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 7.2					

But

Fournir un environnement confortable en termes de température, qui favorise la productivité et le bien-être des occupants du bâtiment.

Exigences

Fournir un système de contrôle permanent pour assurer que le rendement du bâtiment est conforme aux critères de confort désiré énoncés en QEI - Crédit 7.1, Confort thermique - Conformité.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur ou par le responsable, précisant les critères de confort, la stratégie à adopter pour assurer un rendement conforme aux critères de confort, la description du système de contrôle permanent mis en œuvre et le processus à suivre lors de la prise de mesures correctrices, le cas échéant.
- Confirmer que les dispositifs de contrôle de la température et de l'humidité (s'il y a lieu) ont été éprouvés (ou le seront) aux termes de l'étendue des travaux pour Énergie et atmosphère - Condition préalable 1, Mise en service de base des systèmes de bâtiment. Inclure le nom du document et le numéro de la section où les travaux de mise en service sont énumérés.
- S'il n'y a pas de contrôle de l'humidité, fournir la lettre type LEED, signée par l'ingénieur ou par le responsable, déclarant qu'aucun appareil d'humidification et/ou de déshumidification n'est ni requis ni installé.

Si une vérification est requise au cours du processus de certification :

- Soumettre des analyses psychrométriques des conditions intérieures lors des conditions de fonctionnement de pointe et normales. Celles-ci doivent démontrer que le contrôle de l'humidité est inutile pour les conditions de confort souhaitées.

Résumé des normes citées en référence

ASHRAE 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
ASHRAE, www.ashrae.org, (800) 527-4723

Cette norme constitue un changement important par rapport à la version 1992 de la norme ASHRAE, qui précisait une plage de valeurs de calcul pour la température, l'humidité et le mouvement de l'air qui assure un confort thermique satisfaisant pour au moins 80 % des occupants du bâtiment. La nouvelle norme mentionne un critère de « vote moyen prévisible / pourcentage prévisible d'insatisfaits (PMV/PPD) » fondé sur la température de fonctionnement, la moyenne de la température de l'air et la moyenne de la température radiante (pour la plupart des occupations). La norme donne désormais des indications concernant les conditions du confort thermique intérieur, le débit d'air et les courants d'air en hauteur, l'asymétrie de rayonnement, les différences de température de l'air sur un axe vertical, les températures à la surface du plancher et la variation des températures de l'air dans le temps.

Crédit 7.2

1 Point
en plus du
QEI 7.1

L'ancienne norme de 1992 était en bonne partie axée sur les systèmes de CVCA mécaniques qui utilisent l'air comme moyen de distribution; le *tableau 1* de cette norme précisait une plage de valeurs de calcul pour la température, l'humidité et le mouvement de l'air qui assure un confort thermique satisfaisant pour au moins 80 % des occupants du bâtiment, pour les gens exécutant des activités légères principalement sédentaires à une humidité relative de 50 % et à un débit d'air moyen de 0,15 m/s (30 pi/min).

La nouvelle norme donne des indications utiles au sujet de la température radiante d'un espace et de la conception d'un système de ventilation naturelle, en tenant compte du large éventail de facteurs qui influent sur le confort, y compris le comportement adaptatif et les commandes individuelles. Elle élimine également les exigences minimales de confort en matière d'humidité de l'ancienne norme, qui ont été jugées inutiles dans certains climats, par exemple dans les régions côtières pendant la majeure partie de l'année.

Interprétations

- Ce sous-crédit exige l'installation d'un système de contrôle de l'humidité qui fournit une rétroaction aux occupants et au personnel d'exploitation du bâtiment et qui permet des réglages des systèmes CVCA pour maintenir les paramètres de confort. Mais l'installation d'équipement d'humidification active ou de déshumidification n'est pas requis
 - a) si les systèmes CVCA du bâtiment peuvent assurer le confort sans cet équipement, grâce à des commandes automatiques ou manuelles, et
 - b) si la demande de certification est accompagnée d'analyses narratives et psychrométriques ou d'un rapport de modélisation énergétique du bâtiment démontrant que des conditions de confort acceptables peuvent être maintenues pour 98 % des périodes d'occupation tout au long de l'année, avec les conditions climatiques et d'exploitation du bâtiment.
- Du matériel de contrôle de l'humidité devrait être installé pour desservir les zones de bâtiment desservant le plus grand nombre d'occupants, qui sont sujettes aux plus grandes fluctuations potentielles de l'humidité et de la demande pour assurer le confort des occupants.
- Dans les habitations, du matériel de contrôle de l'humidité devrait être installé dans chaque logement.

Tableau 1 : Température opération

Salle	Plage de température	Température optimale
	[°C]	[°C]
Hiver	20 - 23	21
Été	22 - 26	24

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

Un bâtiment écologique offre les conditions atmosphériques intérieures souhaitées tout en réduisant la quantité d'énergie requise pour maintenir les conditions de confort intérieures. L'enveloppe du bâtiment doit être conçue de façon à tenir compte du débit de l'air, de l'humidité et de la chaleur.

La température et l'humidité ne sont pas les seuls paramètres importants pour le maintien de conditions environnementales optimales assurant le confort des occupants mais, par le passé, ils ont constitué les principaux facteurs (et souvent les seuls) pris en compte pour les systèmes mécaniques et la conception de bâtiments habituels. Les plages de confort optimales sont également tributaires du degré d'activité des occupants, de leur habillement, de la vitesse de l'air et surtout des températures radiantes des surfaces voisines.

Aspects environnementaux

Les systèmes de CVCA mécaniques consomment du combustible et de l'électricité pour produire des conditions atmosphériques intérieures plus confortables que celles prévalant à l'extérieur et, ainsi, ils contribuent aux répercussions environnementales découlant de la production et de la distribution de ces ressources. Dans les climats fragiles, comme dans les régions de pergélisol, le conditionnement des bâtiments peut endommager l'environnement local. En revanche, il a été prouvé que des milieux intérieurs confortables et sains provoquent une augmentation de la satisfaction des occupants et de la productivité, en plus de réduire le nombre de cas de maladie et l'absentéisme.

Aspects économiques

En assurant les conditions thermiques précisées dans la norme ASHRAE 55-2004, on peut augmenter ou diminuer le coût de la conception, de la construction et de l'exploitation du bâtiment. La conception de l'enveloppe, de la forme du bâtiment et des systèmes mécaniques dans le cadre d'un processus répétitif qui prend en compte les besoins, les souhaits et les activités des occupants peut permettre de réduire la charge, de prévoir un équipement de conditionnement et de distribution plus restreint et, par conséquent, de réduire la consommation de combustible tout en assurant un meilleur confort thermique. En général, les concepteurs choisissent un ensemble de critères de conditionnement thermique pour toute l'année. La norme ASHRAE 55-2004 recommande aux concepteurs d'ajuster les conditions thermiques afin de tenir compte des différences dans l'habillement des occupants en fonction des saisons. Cette stratégie permet généralement de réduire l'énergie utilisée pour la climatisation l'été et le chauffage en hiver.

La plainte formulée le plus souvent pas les occupants a trait au manque de confort thermique. Un plus grand confort thermique peut améliorer le rendement des occupants et leur assiduité et, à tout le moins, réduire le nombre de plaintes. Étant donné que les employés représentent de loin la plus grande dépense pour la plupart des entreprises (selon le document Green Developments in Real Estate du Rocky Mountain Institute, on estime que les salaires des employés de bureau sont 72 fois plus élevés que les coûts énergétiques et qu'ils représentent 92 % du coût du cycle de vie d'un bâtiment), cet aspect a une incidence considérable sur les coûts globaux. Les études de cas ont démontré des augmentations

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 7					

Synergie du crédit

AÉS Crédit 7

Aménagement du site visant à réduire les flots de chaleur

GEE Crédit 1

Aménagement paysager économe en eau

ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

MR Crédit 8

Bâtiment durable

QEI Préalable 1

Performance minimale au niveau de la QAI

QEI Crédit 1

Contrôle du gaz carbonique (CO₂)

QEI Crédit 2

Augmentation de l'efficacité de la ventilation

QEI Crédit 6

Contrôle des systèmes par les occupants

de la productivité de 1 à 16 %, ce qui a permis aux entreprises d'économiser des millions de dollars par année.

Aspects communautaires

Une exploitation optimale d'un bâtiment permet de disposer d'espaces positifs pour les occupants, ce qui entraîne une plus grande satisfaction, une meilleure productivité ainsi qu'une diminution de l'absentéisme et des congés de maladie.

Conception

Stratégies

Les paramètres environnementaux qui créent ensemble le confort thermique pour les occupants sont la température de l'air, la vitesse de l'air, l'humidité, l'habillement, l'activité et la température radiante des matériaux environnants. La norme de référence précise des plages de valeurs prévues pour ces différents paramètres qui, conjointement, assurent un environnement confortable. Afin de restreindre les paramètres en fonction d'une conception de bâtiment particulière, il faut procéder à une évaluation réaliste de l'habillement et du degré d'activité des occupants. Si on peut déterminer ces paramètres, ou du moins les limiter à une plage restreinte, on peut modifier les autres paramètres afin de créer les niveaux de confort prévus dans la conception.

Pour assurer le confort thermique tout en évitant une augmentation de la consommation d'énergie, on doit d'abord concevoir l'enveloppe du bâtiment de façon à assurer ce qui suit :

- L'enveloppe doit être suffisamment étanche pour prévenir les problèmes de confort, de condensation et de consommation excessive d'énergie causés par des débits d'air non prévus et indésirables. L'air de reprise et

les chambres de répartition de l'air alimenté doivent être particulièrement bien détaillés.

- L'enveloppe doit comprendre des éléments d'ombrage, une isolation et utiliser la masse thermique pour contrôler les températures des surfaces intérieures des murs, des plafonds, des planchers et des fenêtres.
- L'enveloppe doit gérer la vapeur d'eau en faisant appel aux caractéristiques de conductivité thermique, de résistance au passage de la vapeur et de la capacité d'absorption de la vapeur des matériaux, qui doivent être suffisantes pour prévenir une humidification incontrôlée des espaces intérieurs et la condensation dans l'enveloppe du bâtiment.

Dans un bâtiment à conditionnement mécanique, l'équipement doit pouvoir chauffer, refroidir, humidifier et déshumidifier efficacement les espaces intérieurs, au besoin. L'utilisation de la conception de l'enveloppe pour réduire les charges constitue une stratégie de conception importante qui non seulement permet de conserver l'énergie, mais qui améliore également les températures des surfaces intérieures de l'enveloppe, et permet une utilisation plus efficace des ressources, car elle réduit la quantité de matériaux qui est nécessaire pour l'équipement et les systèmes de distribution.

Une question importante en ce qui a trait à la conception de l'enveloppe concerne la chaleur interne et l'augmentation de l'humidité. Par exemple, lorsque la valeur d'isolation de l'enveloppe augmente et que les fuites d'air diminuent, les gains de chaleur internes causés par l'éclairage, les charges des prises électriques et les occupants commencent à provoquer une augmentation des charges de

refroidissement.

Si les gains ne sont pas bien compris et pris en compte, le confort thermique peut être difficile à maintenir, particulièrement dans les salles des zones intérieures et des zones périmétriques ne comportant aucune fenêtre ouvrante. Par exemple si le système de refroidissement d'une salle de conférence est conçu pour au plus 20 personnes assises à une table et si on ajoute 25 chaises de plus en deuxième rangée autour de cette table, la salle sera surchauffée et l'humidité y sera sans doute trop élevée.

L'humidification et la déshumidification doivent être planifiées minutieusement et s'appuyer sur une analyse psychrométrique effectuée dans des conditions de fonctionnement extrêmes et des conditions normales. Bien que la nouvelle norme ne comprenne pas l'exigence minimale imposée précédemment quant à l'humidité, il est crucial, à bien des égards, de réduire au minimum les débits d'air extérieurs accidentels et de déshumidifier l'air intérieur lorsque la température est maintenue sous le point de rosée de l'air extérieur, afin d'éviter les problèmes de condensation. Pour régler ce problème, on doit concevoir les systèmes mécaniques afin de tenir compte des charges partielles de refroidissement de façon à maintenir la déshumidification. On peut améliorer la déshumidification en utilisant des serpentins de refroidissement bibloc à étages ainsi que des systèmes déshydratants, avec ou sans récupération d'énergie ou énergie latente.

Lorsque la température de l'air extérieur chute sous les points de réglage intérieurs, l'air de ventilation commence à déshumidifier et à refroidir le bâtiment. À l'occasion, il s'agit d'une façon d'assurer le confort thermique qui est particulièrement économe

en énergie. Sans des commandes adéquates, les économiseurs en rapport avec l'air créent des problèmes de confort en acheminant une trop grande humidité. Lorsque les températures de l'air extérieur sont basses, l'air de ventilation peut déshumidifier le bâtiment au point où les occupants ressentent un inconfort dans certains climats, particulièrement les personnes ayant des problèmes de peau sèche, comme l'eczéma, et celles habituées à des degrés d'humidité plus élevés. Les gens habitués à un climat humide ont de la difficulté dans un climat sec jusqu'à ce qu'ils s'acclimatent physiquement aux nouveaux taux d'humidité, tandis que les personnes originaires de régions sèches n'ont aucune difficulté.

Les systèmes d'humidification actifs utilisés pour maintenir les degrés d'humidité conformément à la norme ASHRAE Standard 55 peuvent contribuer aux problèmes de condensation des bâtiments. Les problèmes peuvent survenir dans l'enveloppe du bâtiment ou dans le système de mélange et de distribution. On doit procéder à une analyse psychrométrique pour démontrer pourquoi il est nécessaire d'installer une commande d'humidité active dans un bâtiment.

La ventilation naturelle permet d'assurer le confort et d'offrir un contrôle aux occupants; l'énergie nécessaire pour la climatisation et la ventilation est réduite considérablement pour bien de climats et des programmes de bâtiment. Toutefois, on doit procéder à une analyse et une conception minutieuses, dès le début. Des agencements complexes de stratégies concernant les systèmes d'enveloppe et les systèmes mécaniques peuvent désormais être évalués à l'aide d'outils de simulation informatique de nouvelle génération.

AES	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 7					

Par ailleurs, des outils de modélisation de débit d'air de réseau entre les zones comme TAS, Energy Plus, ESP-r et LoopDA donnent des renseignements sur les performances pour toutes les heures d'une année normale. Un large éventail de logiciels de la dynamique des fluides computationnelle peuvent présenter un portrait instantané d'un ensemble particulier de conditions. La conception d'une ventilation naturelle, pour être efficace, doit débiter dès le début du processus, en général par des discussions avec les propriétaires et les occupants du bâtiment sur les conditions de confort escomptées.

La nouvelle norme offre une plus grande latitude dans la définition des conditions acceptables sur le plan thermique pour les bâtiments à ventilation naturelle. Pour que les conditions ne soient pas simplement « acceptables », mais plutôt préférables, l'occupant doit avoir son mot à dire à ce chapitre, en réglant l'ampleur des courants d'air froids, de l'air chaud et, dans certains climats, du degré d'humidité. En conséquence, une fenêtre ouvrante est une caractéristique qui aide à assurer ce contrôle.

Pour des performances optimales, on conçoit la forme des bâtiments à ventilation naturelle de manière à tirer avantage le plus possible des vents, du soleil et des températures qui prévalent localement. La conception d'un système de ventilation naturelle prévoit souvent:

- des fenêtres ouvrantes, qui peuvent habituellement être contrôlées par les occupants;
- des aires de plancher étroites en vue d'une ventilation efficace d'un côté ou entre les côtés;
- des plans très précis qui exposent les zones intérieures à deux éléments

d'exposition ou plus et aux taux de pression du vent;

- des atriums ou des tours à vent conçus pour retirer de l'air du bâtiment ou l'y introduire quelle que soit la direction du vent;
- des ventilateurs d'appoint qui assurent une ventilation minimale dans des conditions chaudes ou froides extrêmes;
- des contrôles du bâtiment qui garantissent un débit d'air confortable dans la plupart ou la totalité des conditions climatiques.

Il s'agit d'aspects cruciaux de la forme et de l'enveloppe du bâtiment, qui n'ont en général été examinés que par des architectes, les consultants mécaniciens formulant toutefois quelques conseils à cet égard. Toutefois, la conception d'une ventilation naturelle exige une collaboration étroite et fréquente, dès le début, entre les architectes, les modélisateurs et les ingénieurs mécaniciens si on souhaite assurer des résultats satisfaisants.

Dans bien des cas, la ventilation naturelle est peu susceptible d'assurer le confort et des économies d'énergie dans des conditions de fonctionnement de pointe, mais elle peut le faire pendant des parties importantes d'une année normale. Les conceptions mixtes, qui font appel à une ventilation naturelle et à des systèmes mécaniques sont souvent utilisées dans ces cas : on vise alors le contrôle pour les occupants et des économies d'énergie autant que possible. Ces conceptions exigent une coordination minutieuse entre les architectes et les ingénieurs mécaniciens et on doit également porter une attention particulière aux contrôles des modes de fonctionnement des systèmes de ventilation naturelle et de ventilation mécanique.

On peut respecter la partie de contrôle du crédit en installant des systèmes n'effectuant qu'un contrôle informatif: il n'est pas toujours nécessaire de se doter d'équipement de contrôle actif de l'humidité. Les systèmes de contrôle peuvent être intégrés aux systèmes centraux à commande numérique directe ou encore ils peuvent être autonomes, comme les humidostats qui contrôlent les ventilateurs d'extraction des logements. On doit d'abord avoir le crédit QEIc7.1 avant de viser le crédit QEIc7.2.

Technologies

Il existe un large éventail de dispositifs de contrôle de la température et de l'humidité. Ces dispositifs peuvent être autonomes ou intégrés au système de régulation du bâtiment, en vue du réglage automatique de la température et, au besoin, du degré d'humidité. Les thermostats programmables en fonction des saisons peuvent être réglés pour ajuster automatiquement les conditions de température en hiver et en été d'après les types d'habillement saisonniers de la norme ASHRAE 55. On peut également se servir de contrôleurs de l'humidité pour signaler au personnel responsable de l'exploitation du bâtiment les conditions d'humidité inusitées qui, si des mesures correctives ne sont pas prises, pourraient causer des problèmes de formation de moisissure ou le déclenchement inutile du système de déshumidification et donc un gaspillage d'énergie.

Les systèmes de conditionnement d'espace par rayonnement offrent la possibilité d'un confort accru et d'une consommation d'énergie réduite, particulièrement s'ils sont intégrés à la conception en vue d'une ventilation naturelle. Toutefois, étant donné que le confort assuré par ces systèmes est tributaire des températures des surfaces intérieures, on doit prévoir des

détecteurs sphériques de température pour contrôler les systèmes mécaniques, plutôt que des détecteurs traditionnels de la température de l'air.

La norme ASHRAE 55-2004 offre aux concepteurs des indications au sujet du confort assuré par un débit d'air accru. Dans certaines situations, l'emploi de ventilateurs dans un espace peut s'avérer efficace pour garantir le confort, éliminant ainsi le coût des systèmes de climatisation d'air à frigorigène et réduisant la consommation d'énergie du système CVCA.

Synergies et compromis

L'interdépendance entre le système mécanique (taille, type et distribution) et les caractéristiques du bâtiment et de l'enveloppe (pour le contrôle de l'humidité, de la chaleur et du débit d'air) peut être utilisée pour :

- permettre une meilleure utilisation des sources d'énergie renouvelable;
- optimiser l'efficacité des systèmes mécaniques;
- réduire au minimum la consommation d'énergie.

La conception du site du projet a une incidence sur le confort thermique à l'intérieur du bâtiment. Les sites qui réduisent au minimum les îlots de chaleur et qui présentent des aménagements paysagers donnant de l'ombre sur les surfaces du bâtiment réduisent en général les températures de pointe. L'adjonction d'un équipement de contrôle de la température et de l'humidité peut influencer sur le rendement énergétique du bâtiment et exiger une attention particulière pour la mise en service, les mesures et les vérifications. Les bâtiments qui sont réutilisés peuvent ne pas se prêter aussi bien à un contrôle de la température et de l'humidité, car

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 7					

les systèmes sont déjà en place. Les mesures de température et d'humidité peuvent être intégrées aux détecteurs de CO₂, aux systèmes de ventilation et aux contrôles à la disposition des occupants.

Ressources

Sites Web

Advanced Desiccant Cooling & Dehumidification Program:

Programme de recherche et de développement du Department of Energy des États-Unis, qui collabore avec l'industrie afin de tirer avantage du potentiel des systèmes déshydratants pour réduire la consommation d'énergie et améliorer la qualité de l'air intérieur et le confort.

Site: www.nrel.gov/desiccantcool

Rapports de recherche « Planification rentable des aires ouvertes (PRAO) »:

Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches et Consortium PRAO. Études approfondies des variables de la conception de bureaux à aires ouvertes et de leur effet sur la satisfaction des occupants, y compris la conception des postes de travail, la qualité de l'air intérieur et le confort thermique, la lumière et l'acoustique. Les études comprennent des examens sur le terrain et de la documentation, des expériences avec des maquettes de bureaux et des simulations destinées à examiner les nombreux éléments des bureaux à aires ouvertes. (Certains rapports ne sont pas encore offerts.)

Les rapports sont les suivants :

- Environmental Satisfaction in Open-Plan Environments: 2. Effects of Workstation Size, Partition Height and Windows (Satisfaction environnementale dans les environnements à aires ouvertes : 2.

Effets de la taille du poste de travail, de la hauteur de la partition et des fenêtres)

- Office Air Distribution Systems and Environmental Satisfaction (Systèmes de distribution de l'air et satisfaction environnementale)
- A Literature Review on the Relationship between Outdoor Ventilation Rates in Offices and Occupant Satisfaction (Examen de la documentation sur la relation entre les taux de ventilation extérieure dans les bureaux et la satisfaction des occupants)
- Investigation of Air and Thermal Environments in a Mock-up Open Plan Office: Measurements and CFD Simulations (Enquête sur l'air et les environnements thermiques dans un plan de bureau à aires ouvertes : mesures et simulations de la dynamique des fluides computationnelle)
- The Effect of Office Design on Workstation Lighting: Simulation Results (Effet de la conception de bureau sur la lumière des postes de travail : résultats de la simulation)
- Effects of Office Design on the Annual Daylight Availability (Effets de la conception de bureau sur la lumière disponible annuellement)

Site: irc.nrc-cnrc.gc.ca/ie/cope/02-4-Reports.html#IAQ

ESP-r: Outil de modélisation intégré qui sert à la simulation de la performance thermique, visuelle et acoustique des bâtiments et à l'évaluation de la consommation d'énergie et des émissions gazeuses associées aux systèmes de contrôle environnemental et aux matériaux de construction. Dans le cadre des évaluations, le système est en mesure de modéliser les mouvements de

la chaleur, de l'humidité et de l'énergie électrique selon la résolution définie par l'utilisateur. Le système est conçu en fonction du système d'exploitation Unix, des versions étant proposées pour les environnements Solaris et Linux, et il est offert gratuitement en vertu d'un permis d'utilisation Open Source. ESP-r peut être utilisé dans tout un éventail d'applications, y compris les conseils, la recherche et l'enseignement.

Site: <http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm>

EnergyPlus: Programme de simulation de l'énergie qui sert à la modélisation du chauffage, du refroidissement, de l'éclairage, de la ventilation et des autres flux d'énergie. Il s'inspire des caractéristiques et des fonctions les plus populaires de BLAST et DOE-2 et il comprend également des fonctions de simulation novatrices, comme des intervalles de moins d'une heure, des systèmes modulaires et une intégration aux installations avec simulation de la chaleur de la zone avec équilibrage, un débit d'air multizone, le confort thermique et les systèmes photovoltaïques.

Site: <http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>

TAS: Ensemble de logiciels qui simule la performance thermique dynamique des bâtiments et de leurs systèmes. Le module principal est le TAS Building Designer, qui effectue une simulation dynamique du bâtiment avec débit d'air naturel et forcé intégré. Il offre des caractéristiques géométriques avec graphiques 3D qui comprend un lien CAO. TAS Systems est un simulateur de systèmes/contrôles CVCA qui peut être directement relié au simulateur du bâtiment. Il donne le débit d'air automatique, la définition de la taille des installations et la demande totale en énergie. Le troisième module, TAS

Ambiens, est un logiciel de dynamique des fluides computationnelle deux dimensions robuste et facile à utiliser qui produit un échantillon des variations microclimatiques dans un espace.

Site: <http://212.23.11.237/default.htm>

The Collaborative for High Performance Schools (CHPS) Best Practices Manual, Appendix C–A Field Based Thermal Comfort Standard for Naturally Ventilated Buildings: Cette norme, qui est le résultat des recherches financées par ASHRAE, donne une méthode à jour en matière de confort thermique qui utilise un modèle adaptatif. On a constaté que les occupants de bâtiments dotés d'une ventilation naturelle préfèrent une plage de températures plus grande qui dépasse les zones de confort définies dans la norme ASHRAE 55–1992. Pour une description détaillée, se reporter à l'appendice C du CHPS Best Practices Manual.

Site: www.chps.net/manual/index.htm

NIST Multizone Modeling Software: Le National Institute of Standards and Technology offre des logiciels comme CONTAMW, un programme d'analyse de la qualité de l'air intérieur et de la ventilation multizone visant à prédire les débits d'air et les concentrations de contaminants.

Site: www.bfrl.nist.gov/IAQanalysis/Software.htm

The Whole Building Design Guide: La section « Indoor Environmental Quality » présente une foule de renseignements, dont des définitions, des notions élémentaires, des documents et des outils.

Site: www.wbdg.org

Print Media

- *ASHRAE Guideline 1-1989: Guideline for the Commissioning of HVAC Systems*, ASHRAE, 1989.
- *ASHRAE Standard 52-76: Method of Testing Air-Cleaning Devices Used in General Ventilation for Removing Particulate Matter*, ASTM, 1976.
- *ASHRAE Standard 62-2001: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, ASHRAE, 1989.
- *ASHRAE Standard 111-1988: Practices for Measurement, Testing, Adjusting and Balancing of Building Heating, Ventilation, Air-Conditioning and Refrigeration Systems*, ASHRAE, 1988.
- *Dehumidification Enhancements for 100-Percent-Outside-Air AHUs: Parts I, II et III* par Donald Gatley, Heating Piping and Air Conditioning Magazine, septembre, octobre et novembre 2000 (téléchargement moyennant des frais sur HPAC.com)
- Santé Canada, Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences (révision : 1989)
http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/air_quality/pdf/tr-156.pdf
- *Humidity Control Design Guide* par L. Harriman, G.W. Brundett et R. Kittler, ASHRAE, 2000.
- *The Impact of Part-Load Air-Conditioner Operation on Dehumidification Performance: Validating a Latent Capacity Degradation Model* par Hugh Henderson, Conference Proceedings IAQ and Energy 98, ASHRAE, 1998.
- "The New Comfort Equation For Indoor Air Quality" by P.O. Fanger, ASHRAE Journal, octobre, pages 33-38, 1989.
- *Selecting HVAC Systems for Schools* par Arthur Wheeler et Walter Kunz, Jr., Maryland State Department of Education, 1994.
- *Thermal Comfort*, par P.O. Fanger, McGraw Hill, 1973.
- "Unplanned Airflows and Moisture Problems" par T. Brennan, J. Cummings et J. Lstiburek, ASHRAE Journal, novembre, 2000
- *UK CIBSE Application Manuals* <www.cibse.org>
 - AM10, "Natural Ventilation in Non-domestic Buildings"
 - AM 11, "Building Energy & Environmental Modeling"
 - AM13, "Mixed Mode Ventilation"
- "Wind Towers: Detail in Building", Battle McCarthy Consulting Engineers, 1999, Wiley & Sons. ISBN 0-471-98087-0
- "Climate Considerations in Building & Urban Design", Baruch Givoni, 1998, Wiley & Sons, ISBN 0-471-29177-3
- "Passive & Low Energy Cooling in Buildings", Baruch Givoni, 1994, Wiley & Sons. ISBN 0-471-28473-4
- "The Technology of Ecological Building", K. Daniels, 1996, Birkhauser Verlag. ISBN 3-7643-5461-5

Définitions

Ventilation naturelle: Méthode servant à assurer l'efficacité du renouvellement de l'air et le confort thermique sans le recours à un équipement de chauffage et de climatisation mécanique. L'effet naturel du vent, l'effet de tirage et les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur favorisent une

circulation et un remplacement de l'air. Le débit d'air n'est augmenté à l'aide d'un ventilateur qu'en cas de besoin.

Zone occupée: Région normalement occupée par des gens dans un espace et qui se situe normalement entre le plancher et 1,8 m (6 pi) au-dessus du plancher et à plus de 1 m (3,3 pi) des murs/fenêtres extérieurs ou de l'équipement de chauffage, de ventilation ou de climatisation fixe et à 0,3 m (1 pi) des murs internes.

Vote moyen prévisible (PMV): Indice qui prédit la valeur des votes d'un grand groupe de personnes sur une échelle de sensation thermique en sept points.

Pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD): Indice qui établit une prévision quantitative du pourcentage de personnes insatisfaites sur le plan thermique et qui est établi à partir du PMV.

Humidité relative: Le rapport entre la densité partielle de la vapeur d'eau dans l'air et la densité de saturation de la vapeur d'eau à la même température.

Température moyenne radiante (t_r): Température de surface uniforme d'une enceinte sombre imaginaire dans laquelle un occupant échangeait la même quantité de chaleur radiante que dans un espace réel non uniforme.

Température opérative (t_o): Température uniforme d'une enceinte sombre imaginaire dans laquelle un occupant échangeait la même quantité de chaleur par rayonnement et par convection que dans un milieu réel non uniforme. Pour la plupart des applications de CVCA, il s'agit de la température moyenne au thermomètre sec et de la température radiante moyenne des surfaces de la salle.

Confort thermique: Impression des occupants du bâtiment, ce qu'ils pensent de l'environnement thermique.

Variantes régionales

La norme ASHRAE 55-1992 : Addenda 1995 s'applique de façon générale au Canada et les experts-conseils en systèmes CVCA connaissent ses exigences.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 7					

Étude de cas

Installation de la GRC et bibliothèque Semiahmoo

Surrey, Colombie-Britannique

Musson Cattell Mackey Partnership, 2003

LEED Argent

L'édifice abritant la bibliothèque Semiahmoo et le bureau de district de la GRC a été élaboré par la Ville de Surrey selon trois grands axes, soit la rentabilité, le respect des objectifs des bâtiments durables et l'efficacité fonctionnelle, afin d'abriter deux services communautaires nettement distincts. Les caractéristiques écologiques comprennent une réduction de 30 % de la consommation d'eau; le détournement hors des sites d'enfouissement de 88 % des déchets de construction, l'utilisation de 41 % de matériaux fabriqués localement et de 54 % de matériaux contenant des matières recyclées. La pollution lumineuse est réduite par l'emploi de luminaires à éclairage indirect ne comportant pas de faisceau lumineux direct projeté au-delà des limites de propriété. L'expert-conseil en électricité a mis à l'essai un modèle informatique qui trace les zones d'éclairage sur le site et à proximité. Pour créer un environnement intérieur plus confortable pour les employés et le public, du matériel de contrôle et régulation de la température, de l'humidité, de l'éclairage et du CO₂ a été mis en place. La qualité de l'air intérieur est également favorisée par l'emploi de matériaux à faibles émanations, y compris les peintures, le tapis-moquette et les matériaux composites à base de bois.



Photo: Musson Cattell Mackey Partnership

Lumière naturelle et vues: Lumière naturelle dans 75% des espaces

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 8.1					

But

Fournir aux occupants du bâtiment un lien entre les espaces intérieurs et l'extérieur en introduisant la lumière naturelle et des vues sur l'extérieur dans les espaces régulièrement occupés du bâtiment.

1 Point

Exigences

Obtenir un facteur d'éclairage naturel d'au moins 2 % (excluant tout l'ensoleillement direct) ou obtenir un éclairement d'au moins 250 lux (25 candelas-pieds), par modélisation informatique (simulation), dans 75 % de tous les espaces régulièrement occupés. Des exemptions pour les espaces où la lumière naturelle nuirait à l'accomplissement des tâches seront envisagées selon leurs mérites.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED, signée par l'architecte ou par le responsable. Fournir des calculs de superficie qui définissent les zones de lumière naturelle et fournir un résumé des calculs prévisionnels des facteurs d'éclairage naturel obtenus par des méthodes manuelles ou un résumé des simulations informatiques démontrant que les niveaux de pieds-bougies ont été obtenus.

Si une vérification de ce crédit est requise au cours du processus de certification:

- Fournir les dessins et un exposé soulignant visuellement les aires de travail critiques ainsi que les sections de salles, en précisant les stores qui servent à réduire la lumière du soleil
- Fournir les fiches techniques du vitrage soulignant les valeurs T_{vis} et les calculs de zone qui définissent les zones de lumière naturelle et les prévisions d'éclairage naturel ou les résultats d'une simulation de l'éclairage naturel démontrant un facteur d'éclairage naturel de 2 % dans ces zones.

Résumé des normes citées en référence

Aucune norme de référence pour ce crédit.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 8.2					

1 Point

Lumière naturelle et vues: Vues pour 90 % des espaces

But

Fournir aux occupants du bâtiment un lien entre les espaces intérieurs et l'extérieur en introduisant la lumière naturelle et des vues sur l'extérieur dans les espaces régulièrement occupés du bâtiment.

Exigences

- Ménager des lignes de vue directes vers du vitrage donnant sur l'extérieur pour les occupants du bâtiment dans 90 % de tous les espaces régulièrement occupés.
- Les espaces donnant directement sur les fenêtres périmétriques doivent avoir un rapport vitrage-surface de plancher d'au moins 0,07.
- Les parties de surface de plancher dont les angles de vue à l'horizontale sont de moins de 10 degrés à 1,27 m (50 po) au-dessus du plancher ne peuvent être incluses dans de calcul.
- Les espaces qui ne donnent pas directement sur les fenêtres périmétriques doivent avoir un angle de vue à l'horizontale d'au moins 10 degrés à 1,27 m (50 po) au-dessus du plancher et ce, pour 50 % ou plus de la surface de plancher. Si une pièce satisfait à ces exigences, alors on considère que toute la surface de la pièce satisfait à l'exigence de vues.
- Les exemptions seront envisagées selon leurs mérites.

Documents à soumettre

- Fournir la lettre type LEED déclarant que les occupants du bâtiment dans 90 % des espaces régulièrement occupés auront des lignes de vue directes vers du vitrage périmétrique et comprenant les calculs qui indiquent les rapports réels vitrage-surface de plancher pour les fenêtres périmétriques. Fournir des dessins mettant en évidence les zones de ligne de vue directe vers du vitrage et les angles de vue à l'horizontale.

Interprétations

- Dans le cas de projets pour lesquels on demande les crédits QEIc8.1 et QEIc8.2 et dont la portée des travaux de construction exclut les zones pour lesquelles on prévoit des améliorations futures par les locataires, il faut respecter les exigences de ces crédits qui portent sur les espaces intérieurs finis relevant de la portée du projet et s'assurer que les améliorations futures apportées par les locataires respecteront également ces exigences. On peut donner des détails à ce sujet en incluant un engagement de la part du propriétaire sur l'utilisation d'un ensemble de lignes directrices LEED applicables aux améliorations des locataires. Ces lignes directrices doivent être précisées dans la demande de certification du projet. Par exemple, dans les calculs de la lumière naturelle, modéliser les espaces qui vont être construits à part dans le cadre du projet. Pour les aires qui seront construites ultérieurement, présenter un exposé des étapes à effectuer pour le reste de l'enveloppe qui permettraient une performance semblable (par exemple le vitrage et l'aire des fenêtres sont conformes aux zones construites à part et

l'utilisation future probable correspond à un aménagement semblable). Précisons que l'envergure du projet précisée la même pour tous les crédits LEED visés.

- Les crédits QEIc8.1 et QEIc8.2 ne s'appliquent qu'à la construction de cloisons et d'aménagements permanents d'un projet, en déterminant si on prévoit des vues pour les occupants. Les ameublements que les occupants apportent, y compris les cloisons modulaires mobiles, ne sont pas pris en compte lorsqu'on réalise l'inspection graphique qui doit être présentée en vue d'une certification. Toutefois, les murs démontables pleine hauteur posés dans le cadre des travaux initiaux de l'enveloppe doivent être pris en compte dans les calculs de ces crédits.
- Les puits de lumière, les lanterneaux, les verrières et le vitrage donnant sur l'extérieur qui font partie d'un atrium ne sont pas admissibles au crédit QEI 8 à titre de vue extérieure, à moins qu'ils soient visibles à un angle de 10 degrés ou moins par rapport à l'horizontale depuis un plan situé à 1,27 m au-dessus du niveau du plancher fini. Les vues du vitrage de l'atrium doivent être évaluées de la même façon que les autres éléments de vitrage donnant sur l'extérieur.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 8.2					

1 Point

Crédit 8**Synergie du crédit****AÉS Crédit 1**

Sélection de l'emplacement

AÉS Crédit 2

Desnité de développement

AÉS Crédit 5

Minimiser la perturbation du site

GEE Crédit 1

Aménagement paysager économe en eau

ÉA Préalable 1

Mise en service de base des systèmes du bâtiment

ÉA Préalable 2

Performance énergétique minimale

ÉA Crédit 1

Optimiser la performance énergétique

ÉA Crédit 2

Énergies renouvelables

ÉA Crédit 3

Mise en service améliorée

ÉA Crédit 5

Contrôle et vérification

MR Crédit 1

Réutilisation des bâtiments

MR Crédit 8

Bâtiment durable

QEI Crédit 6

Matériaux rapidement renouvelables

Considérations relatives aux bâtiments écologiques

La lumière naturelle améliore le milieu intérieur des bâtiments en exposant les occupants à un éclairage naturel. Les études réalisées ont démontré que la productivité augmente considérablement si les occupants d'un bâtiment travaillent à des endroits éclairés naturellement. De plus, la lumière naturelle peut réduire les coûts énergétiques des bâtiments en offrant un éclairage naturel. On estime qu'un bâtiment éclairé naturellement qui est bien conçu réduit la consommation d'énergie d'éclairage de 50 à 80% (Sustainable Building Technical Manual, page IV.7)

La conception de l'éclairage naturel comprend le respect d'un équilibre précaire entre les gains et les pertes de chaleur, les variations dans la disponibilité de la lumière naturelle et le contrôle de l'éblouissement. Les éléments d'ombrage, les tablettes réfléchissantes, les cours intérieurs, les atriums et le vitrage sont tous des moyens d'introduire de la lumière naturelle. Parmi les questions importantes à tenir compte, mentionnons l'orientation du bâtiment, la taille des fenêtres et leur espacement, la sélection du verre, le facteur de réfléchissement des finis intérieurs, l'emplacement des murs intérieurs et le contrôle de l'éblouissement direct et par contraste.

De plus en plus de recherches indiquent que les vues sur l'extérieur constituent un facteur important de satisfaction, de productivité et de santé des occupants. Les études réalisées ont démontré que les fenêtres sont très importantes pour les travailleurs. Une enquête effectuée auprès d'employés de bureau a indiqué que pour 35 % d'entre eux, le principal défaut de leur milieu de travail était le

nombre insuffisant de fenêtres. Pour les personnes qui travaillent à l'ordinateur, on a constaté que l'absence d'une vue lointaine augmente la fatigue oculaire et les plaintes. La fatigue oculaire est réduite si on dispose de fenêtres donnant sur un paysage, car la combinaison de vues immédiate et lointaine permet à l'œil de s'accommoder. On a conclu que la vue d'une végétation naturelle depuis le lieu de travail réduit le stress et augmente le degré d'attention.

Les fenêtres avec vue sur l'extérieur sont également importantes pour le rythme circadien des occupants, particulièrement pour les gens qui souffrent de dépression ou de la maladie d'Alzheimer. Les fenêtres permettent aux patients de voir la lumière et les changements météorologiques et de déterminer l'heure du jour et le moment de l'année. Les études réalisées sur les services de soins intensifs ont démontré que les fenêtres peuvent réduire le délire postopératoire et la dépression. On a constaté que les patients qui ont subi une intervention chirurgicale de la vésicule biliaire ont un moins grand nombre d'évaluations négatives, qu'ils prennent moins de médicaments antidouleur et ont moins de complications postopératoires s'ils ont une vue sur un paysage extérieur. On a remarqué que les patients qui ont une vue sur un arbre récupèrent mieux après l'opération, tandis que les patients du même hôpital qui ont une vue sur un mur de briques demeurent plus longtemps à l'hôpital, prennent plus d'analgésiques narcotiques et ont plus de complications postopératoires.

Il est donc établi que la lumière naturelle et une vue sur l'extérieur sont bénéfiques pour les occupants d'un bâtiment : il s'agit de deux aspects primordiaux de la conception du bâtiment.

Aspects environnementaux

La lumière naturelle réduit la nécessité d'un éclairage électrique à l'intérieur du bâtiment, ce qui entraîne une diminution de la consommation d'énergie. On conserve ainsi les ressources naturelles et on réduit les répercussions de la pollution de l'air découlant de la production et de la consommation d'énergie. Les espaces éclairés naturellement provoquent en outre une augmentation de la productivité en plus de réduire l'absentéisme et les cas de maladie.

S'ils disposent d'une vue sur l'extérieur, les occupants sont plus sensibilisés aux conditions météorologiques, à la lumière extérieure et aux écosystèmes; si le nombre de fenêtres est insuffisant, les occupants sont portés se détacher de leur cadre naturel.

Aspects économiques

Un vitrage spécial peut entraîner une hausse des coûts initiaux d'un projet et provoquer un gain de chaleur excessif si la conception n'est pas adéquate. Le vitrage offre une isolation thermique moindre qu'un mur et exige un entretien supplémentaire. Toutefois, on a démontré que les bureaux qui ont une lumière naturelle suffisante entraînent une amélioration de la productivité et du confort des occupants. Dans la plupart des cas, les salaires des occupants sont de beaucoup plus importants que les coûts initiaux des mesures supplémentaires concernant la lumière naturelle dans la conception du bâtiment. Les études portant sur des écoles et des magasins ont révélé que la lumière naturelle peut améliorer le rendement des étudiants et les ventes au détail (voir la section sur les ressources).

La lumière naturelle peut réduire considérablement les coûts énergétiques

de l'éclairage artificiel pour bien des bâtiments commerciaux et industriels, ainsi que des écoles, des bibliothèques et des hôpitaux. La lumière naturelle, combinée à un éclairage à haut rendement énergétique et des ballasts électroniques, peut réduire le coût de l'éclairage des bâtiments dans une proportion pouvant atteindre 30 % et même plus.

Le nombre, la taille et la configuration des fenêtres donnant sur l'extérieur constituent des facteurs qui ont une incidence directe sur la valeur marchande d'un bâtiment. Les acheteurs potentiels et les locataires accordent d'emblée la priorité aux espaces lumineux et bien éclairés sur deux façades ou plus. La vente ou la location de bâtiments qui ont un mauvais accès visuel sur l'extérieur exige en général plus de temps et le prix de vente ou de location est moins élevé.

Aspects communautaires

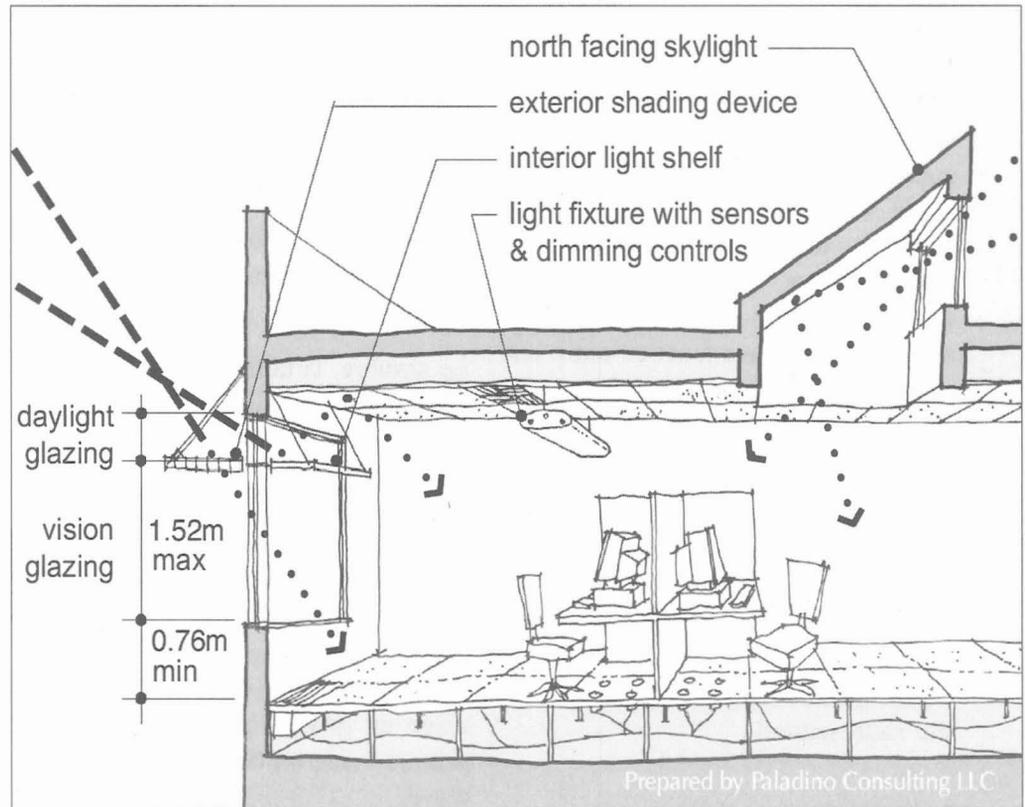
La lumière naturelle et les vues sur l'extérieur assurent un lien avec le site du bâtiment et les sites adjacents, ce qui crée un quartier mieux intégré. Les fenêtres qui sont placées à des endroits stratégiques peuvent renforcer la sécurité du quartier car les gens « ont un œil » sur l'extérieur. Les espaces éclairés naturellement augmentent la productivité des occupants et réduisent l'absentéisme et les maladies.

Conception

Stratégies

Déterminer si le recours à la lumière naturelle et une vue directe sur l'extérieur sont réalisables et convenables pour le bâtiment et son programme. Pour certaines utilisations spécialisées du bâtiment, on ne peut pas utiliser la lumière naturelle ou avoir des fenêtres

Figure 1: Une illustration de différentes stratégies d'éclairage naturel



donnant sur l'extérieur qui permettent à la lumière du soleil de pénétrer. Toutefois, ces utilisations constituent une exception et non la règle.

Dans la plupart des cas, orienter le bâtiment afin d'optimiser la lumière naturelle et adopter une conception, comportant des aires de plancher peu profondes afin d'optimiser les zones éclairées naturellement. Les cours, les atriums, les fenêtres hautes, les puits de lumière, les tablettes réfléchissantes intérieures, les ailettes extérieures, les persiennes et les stores ajustables utilisés seuls ou combinés constituent des méthodes efficaces pour permettre à la lumière naturelle de pénétrer en profondeur de. La *figure 1* présente diverses stratégies concernant la lumière naturelle.

La quantité de lumière souhaitée diffère selon les tâches visuelles effectuées dans l'espace correspondant. Les bâtiments

éclairés naturellement comportent plusieurs zones à éclairage naturel correspondant à des besoins différents en matière de degré d'éclairage. En plus du degré d'éclairage, les stratégies concernant la lumière naturelle doivent tenir compte de l'agencement des couleurs à l'intérieur, de la pénétration directe des rayons lumineux et de l'intégration au système d'éclairage électrique.

Le contrôle de l'éblouissement constitue peut-être le défaut le plus courant des méthodes d'éclairage naturel. L'éblouissement se définit comme une source lumineuse excessivement intense se trouvant dans le champ de vision et qui crée un inconfort ou une perte de visibilité. Les grandes fenêtres laissent passer une lumière naturelle importante pour les postes de travail mais si elles ne font pas l'objet d'un contrôle adéquat, cette lumière naturelle peut

produire un éblouissement non voulu. Parmi les mesures visant à contrôler l'éblouissement, mentionnons les tablettes réfléchissantes, les persiennes, les stores, les ailettes et les éléments d'ombrage tel que les brises soleils.

Technologies

On peut se servir de logiciels de modélisation pour simuler les conditions de lumière naturelle. Un logiciel sur la lumière naturelle produit des contours d'éclairage continu afin de simuler les conditions de lumière naturelle des espaces intérieurs et pour tenir compte des effets combinés des nombreuses fenêtres se trouvant dans un espace éclairé naturellement.

On peut intégrer des contrôles photoréactifs de l'éclairage électrique aux stratégies de lumière naturelle afin de maintenir des degrés d'éclairage constants et de réduire au maximum la perception, par les occupants, de la transition de la lumière naturelle à la lumière artificielle. Ces contrôles entraînent des économies d'énergie en réduisant l'éclairage électrique lorsque la lumière naturelle est importante, tout en préservant le niveau d'éclairage dans les aires de travail. Toutefois, l'expérience a démontré que les contrôles d'éclairage à changement progressif, qui changent soudainement les niveaux d'éclairage artificiel lorsque la lumière naturelle diminue, peuvent être distrayants et perturbateurs pour les occupants, qui peuvent désactiver les systèmes dans les pires cas. Les commandes et les appareils d'éclairage qui permettent un contrôle à gradation continue, bien qu'ils soient plus coûteux que les simples systèmes à interrupteur, sont en général mieux acceptés par la plupart des occupants.

Synergies et compromis

Le choix du site pour le projet ainsi que l'orientation et la forme du bâtiment ont des conséquences importantes sur la réussite des stratégies de lumière naturelle. Les éléments verticaux du site, comme les bâtiments voisins et les arbres, peuvent réduire le potentiel de lumière naturelle. Les bâtiments réutilisés peuvent faire preuve d'un potentiel de lumière naturelle restreint en raison de leur orientation, du nombre et de la taille des ouvertures dans le bâtiment et des dimensions des aires de plancher. Enfin, les capteurs de lumière et les commandes automatiques influent sur le rendement énergétique du bâtiment et exigent une attention particulière pour la mise en service, les mesures et les vérifications.

Calculs

La méthode de calcul décrite ci-après sert à aider à présenter les documents en rapport avec le crédit qui sont précisés à la première page du présent crédit. La méthode de calcul est subdivisée en deux sections : lumière naturelle et vues.

On peut se servir de la méthode de calcul de la lumière naturelle ci-après pour calculer approximativement le facteur d'éclairage naturel de chaque salle régulièrement occupée. Le facteur d'éclairage naturel est le rapport entre l'éclairage extérieur et l'éclairage intérieur et il est exprimé en pourcentage. Les variables employées pour déterminer le facteur d'éclairage naturel comprennent la superficie de plancher, l'aire des fenêtres, les formes des fenêtres, la transmittance visible (T_{vis}) et la hauteur des fenêtres. Cette méthode de calcul vise à prévoir un facteur d'éclairage naturel d'au moins 2 % à l'arrière d'un espace.

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 8					

Les zones à prendre en considération dans les calculs de la lumière naturelle comprennent tous les espaces régulièrement occupés, comme les locaux à bureaux, les salles de réunion et les cafétérias. Parmi les zones à ne pas prendre en considération figurent les zones de reprographie, de dépôt, d'équipement mécanique, de buanderie ainsi que les toilettes et les salles de bains.

Les calculs de la lumière naturelle, pour ce crédit, peuvent être effectués à l'aide d'un logiciel de simulation de la lumière naturelle ou encore en ayant recours à la méthode décrite aux paragraphes ci-après.

1. Créez une feuille de tableau et indiquez toutes les salles régulièrement occupées. Déterminer la superficie de plancher de chaque salle correspondante à l'aide des documents de construction.
2. Pour chaque salle précisée, calculer l'aire des fenêtres puis utiliser le tableau 1 pour indiquer les types de fenêtre acceptables. Précisons que les fenêtres situées à plus de 2,3 m (7 pi 6 po) constituent un vitrage de lumière naturelle. À cette hauteur, le vitrage est des plus efficace pour distribuer la lumière naturelle en profondeur dans l'espace intérieur. On estime que les fenêtres se trouvant entre 0,75 m et 2,3 m (2 pi 6 po et 7 pi 6 po) du sol constituent un vitrage offrant une vue donnant sur l'extérieur. Ces fenêtres sont principalement utilisées pour la vue et pour l'éclairage des espaces intérieurs situés à proximité du

périmètre du bâtiment. Les fenêtres sous 0,75 m (2 pi 6 po) ne contribuent pas à l'éclairage naturel des espaces intérieurs et elles ne sont pas prises en compte dans les calculs.

3. Pour chaque type de fenêtre, indiquer les facteurs géométriques et de hauteur correspondants mentionnés au *tableau 1*. Le facteur géométrique précise l'efficacité d'une ouverture particulière quant à sa distribution de lumière naturelle, par rapport à l'emplacement de la fenêtre. Le facteur de hauteur détermine l'endroit où la lumière pénètre dans l'espace.
4. Pour chaque type de fenêtre, indiquer la transmittance visible (T_{vis}); il s'agit d'une variable qui est différente pour chaque produit. T_{vis} est le degré de transmittance recommandé pour le vitrage sélectionné.
5. Calculer le facteur d'éclairage naturel de chaque type de fenêtre à l'aide de l'équation 1. Pour les salles comportant plus d'un type de fenêtre, faire la somme tous les types de fenêtre afin d'obtenir le facteur d'éclairage naturel total de la salle.
6. Si le facteur d'éclairage naturel total d'une salle est de 2 % ou plus, la superficie de cette salle convient pour le crédit.
7. Faire la somme de la surface de toutes les salles convenables, puis diviser cette somme par la superficie totale de tous les espaces régulièrement occupés. Si ce pourcentage est supérieur à 75 %, le bâtiment est admissible au premier point de ce crédit.

Équation 1:

$$\text{Facteur d'éclairage naturel} = \frac{\text{Aire des fenêtres [m}^2\text{]}}{\text{Surface de plancher [m}^2\text{]}} \times \text{Forme des fenêtres} \times \frac{T_{vis} \text{ réelle}}{T_{vis} \text{ minimale}} \times \text{Facteur de hauteur des fenêtres}$$

Tableau 1 : Critère de design d'éclairage naturel

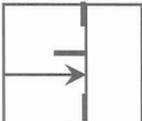
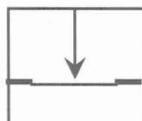
Type de fenêtre	Facteur de forme	T _{vis} min.	Facteur de hauteur	Pratiques exemplaires pour le contrôle de l'éblouissement
 Éclairage latéral Vitrage de lumière naturelle	0,1	0,7	1,4	Stores ajustables Tablettes intérieures réfléchissant la lumière Brise-soleil extérieurs translucides fixes
 Éclairage latéral Vitrage offrant une vue donnant sur l'extérieur	0,1	0,4	0,8	Stores ajustables Brise-soleil extérieurs
 Éclairage par en haut Lanterneau continu vertical	0,2	0,4	1,0	Dispositifs d'ombrage intérieurs fixes Stores extérieurs ajustable
 Éclairage par en haut Lanterneau continu en dents de scie	0,33	0,4	1,0	Dispositifs d'ombrage intérieurs fixes Persienne extérieurs
 Éclairage par en haut Puits de lumière horizontaux	0,5	0,4	1,0	Ailettes intérieures Ailettes extérieures Persienne

Tableau 2 : Échantillon de calcul pour l'éclairage naturel

Salle	Surf. de plancher [m ²]	Aire des fenêtres [m ²]	Forme des fenêtres		Transmittance (T ^{vis})		Hauteur des fenêtres Facteur	Facteur d'éclairage naturel		Aire d'éclair. naturel [m ²]	Contrôle de l'éblouissement
			Type	Facteur	réelle	minimale		Ch.	Salle		
A	75	11	Vue	0,1	0,9	0,4	0,8	2,6%	3,3%	75	2
		4	Lum. nat.	0,1	0,7	0,7	1,4	0,7%			3
B	40	7	Vue	0,1	0,9	0,4	0,8	3,3%	4,1%	40	2
		2	Lum. nat.	0,1	0,7	0,7	1,4	0,9%			3
C	11	3	Vue	0,1	0,4	0,4	0,8	2,4%	2,4%	11	2
D	9	2	Vue	0,1	0,4	0,4	0,8	2,1%	2,1%	9	2
E	40	7	Vue	0,1	0,9	0,4	0,8	3,3%	4,1%	40	2
		2	Lum. nat.	0,1	0,7	0,7	1,4	0,9%			3
F	75	7	Vue	0,1	0,9	0,4	0,8	1,6%	2,1%	75	2
		2	Lum. nat.	0,1	0,7	0,7	1,4	0,4%			3
G	55	3	Vue	0,1	0,4	0,4	0,8	0,5%	0,5%	0	2
H	11	3	Vue	0,1	0,4	0,4	0,8	2,4%	2,4%	11	6
I	9	3	Vue	0,1	0,4	0,4	0,8	2,7%	2,7%	9	6
J	9	3	Vue	0,1	0,4	0,4	0,8	2,7%	2,7%	9	1
K	40	3	Dent de scie	0,33	0,4	0,4	1,0	2,9%	2,9%	40	4
TOTAL	374									319	

Pourcentage d'aire d'éclairage naturel

85 %

Tableau de contrôle de l'éblouissement

Type	Description
1	Brise-soleil extérieurs fixes
2	Tablette extérieure réfléchissant la lumière
3	Tablette intérieure réfléchissant la lumière
4	Stores intérieurs
5	Stores à enroulement
6	Vitrage fritté
7	Rideaux
8	Vitrage d'occultation électronique

8. Précisons que le contrôle de l'éblouissement est requis pour chaque fenêtre. Le tableau 1 présente les mesures exemplaires de contrôle de l'éblouissement pour différents types de fenêtre. Créez une seconde feuille de tableur qui précise le type de contrôle de l'éblouissement prévu pour chaque type de fenêtre.

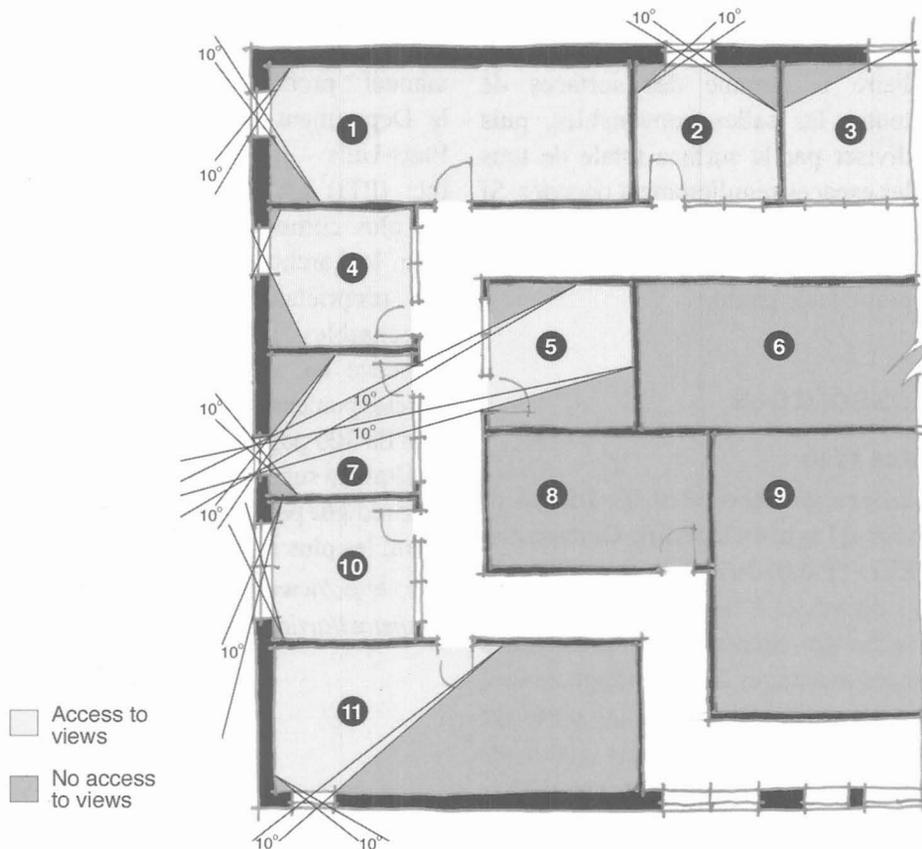
Le *tableau 2* présente un exemple de calcul de la lumière naturelle pour un immeuble à bureaux. On estime que tous les bureaux sont régulièrement occupés, tandis que les zones de soutien comme les couloirs, les vestibules, les salles de stockage, les salles d'équipement mécanique et les toilettes ne sont pas présumées être régulièrement occupées.

L'exemple est admissible au premier point de ce crédit, car il dépasse la surface minimale en ce qui concerne la zone éclairée naturellement et il comporte un contrôle de l'éblouissement à toutes les fenêtres des salles éclairées naturellement.

Une vue est requise pour au moins 90 % de toutes les salles régulièrement occupées pour pouvoir avoir droit au crédit QEIc8.2. Effectuer les étapes suivantes pour effectuer les calculs de la vue.

1. Indiquer s'il est possible de voir un vitrage donnant sur l'extérieur dans chaque salle régulièrement occupée. Les fenêtres situées sous 0,75 m (2 pi 6 po) et celles se trouvant au-dessus de 2,3 m (7 pi 6 po) (y compris le vitrage d'éclairage naturel, les puits de lumière et les verrières ou

Figure 2: Une illustration montrant l'accès aux vues



AÉS	GEE	ÉA	MR	QE	IPD
Crédit 8					

- lanterneaux continus) ne sont pas admissibles pour ce crédit. Pour des résultats optimaux, utiliser une copie des plans d'étage et souligner les zones des salles régulièrement occupées qui font preuve d'une ligne directe de vue. Tracer les lignes de vue vers chaque fenêtre, afin de désigner les zones sans vue de chaque salle (voir la figure 2 pour plus de détails). Les zones sans vue comprennent celles où l'angle de vision horizontal est inférieur à 10 degrés. N'oubliez pas de tenir compte de l'épaisseur des murs pour déterminer les angles obliques de vue par les fenêtres. Inspecter visuellement chaque salle puis comparer les salles qui ont accès à des vues aux salles sans accès. Si l'aire de vue est supérieure ou égale à 90 % de l'aire de la salle, la surface de toute la salle convient pour le crédit. Dans les cas où il est difficile de déterminer le pourcentage visuellement, mesurer la surface plus précisément sur les plans.
2. Faire la somme des surfaces de toutes les salles convenables, puis diviser par la surface totale de tous les espaces régulièrement occupés. Si ce pourcentage est supérieur à 90 %, le bâtiment est admissible au second point de ce crédit.

Ressources

Sites Web

A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants: NREL/TP-550-30769, juillet 2002, par L. Edwards et P. Torcellini. Vaste compilation des recherches internationales sur les avantages de l'éclairage naturel et des vues sur l'extérieur, qui porte sur les bureaux, les écoles, les établissements de vente au détail et les installations de soins de santé.

Site: http://www.ornl.gov/sci/hybridlighting/pdfs/NREL_TP_550_30769.pdf

CIBSE Application Manual - Daylighting and Window Design: Guide bref mais complet sur l'éclairage naturel et la conception de fenêtres, produit par le Chartered Institute of Building Services Engineers du Royaume-Uni.

Site: <http://www.cibse.org/index.cfm?go=publications.view&PubID=67&L1=164>

City of Santa Monica: Green Building Design & Construction Guidelines: City of Santa Monica, CA, avril 1999. Lignes directrices complètes sur la conception et la construction de bâtiments écologiques.

Site: <http://greenbuildings.santamonica.org>

The Sustainable Building Technical Manual: Green Building Design, Construction, and Operations: Ce manuel produit conjointement par le Department of Energy (DOE) des États-Unis et Public Technology, Inc. (PTI) est l'une des publications les plus complètes, qui existent. Elle aide les architectes, les promoteurs, les propriétaires de bâtiment, les responsables gouvernementaux, etc., à mettre en œuvre des méthodes de développement durables. Elle comprend plus de 300 pages de conseils pratiques et détaillés sur les bâtiments durables et a été rédigée par des spécialistes figurant parmi les plus importants du domaine.

Site: <http://www.sustainable.doe.gov/freshstart/articles/ptipub.htm>

New Buildings Institute's Productivity and Building Science Program:

Fournit des liens avec des études de cas et des rapports sur les avantages de l'éclairage naturel.

Site: www.newbuildings.org/pier

Psychosocial Value of Space: Judith Heerwagen présente un excellent résumé des recherches scientifiques réalisées sur l'incidence des milieux des bâtiments sur la façon dont les gens travaillent et vivent, particulièrement sur les avantages de la lumière naturelle, l'accès à une vue sur l'extérieur et le contrôle personnel de l'environnement.

Site: <http://www.wbdg.org/design/res-print.php?rp=181>

Radiance Software: Logiciel de simulation de la lumière naturelle gratuit offert par le Lawrence Berkeley National Laboratory.

Site: radsite.lbl.gov

Tips for Daylighting with Windows: Guide complet sur la lumière naturelle du Lawrence Berkeley National Laboratory.

Site: eande.lbl.gov/BTP/pub/designguide/download.html

The Whole Building Design Guide: La section «Daylighting and Lighting Control » présente une foule de renseignements, dont des définitions, des notions élémentaires, des documents et des outils.

Site: www.wbdg.org

Imprimés

- Ander, G., (1995). *Daylighting Performance and Design*. Wiley, New York, NY.
- American Institute of Architects. (1992). *Architect's Handbook of Energy Practice: Daylighting*, Washington, DC.

- Evans, B., "Daylighting Design", in *Time-Saver Standards for Architectural Design Data*, McGraw-Hill, Inc., 1997.

- Guzowski, Mary, *Daylighting for Sustainable Design*, McGraw-Hill, Inc., 1999.

- Stein, B., et J. Reynolds, *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, 9^e édition, John Wiley & Sons, 1999

- *The Art of Daylighting*: Cet article de la publication *Environmental Design & Construction* fournit une très bonne introduction à la lumière naturelle. Site : www.edcmag.com (voir archives de janvier/février 1998).

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 8					

Définitions

Facteur d'éclairage naturel: Il s'agit du rapport entre la quantité de lumière naturelle qui éclaire une surface horizontale à l'intérieur d'un bâtiment et la lumière qui éclaire une surface horizontale extérieure non obstruée. La lumière directe du soleil est exclue de la définition du facteur d'éclairage naturel. LEED se sert d'une méthode simple pour les calculs de conformité au crédit.

Étude de cas

Administration centrale de l'APEGBC

Burnaby, Colombie-Britannique

Busby + Associates, 1995

L'immeuble abritant l'administration centrale de l'Association of Professional Engineers and Geoscientist of BC est un bâtiment simple, à charpente d'acier, de deux étages et d'une superficie de 1 860 m² qui fait appel à une stratégie d'éclairage novatrice pour réduire la demande d'énergie tout en laissant pénétrer la lumière du jour dans tous les secteurs du bâtiment. Des stores externes en verre fritté sur les façades est et sud, combinés à un vitrage à faible émissivité, réduisent de 60 % l'apport de chaleur solaire. Ces éléments augmentent la performance de l'éclairage naturel et réduisent l'éblouissement tout en laissant la lumière pénétrer dans les aires de travail. De plus, le système d'éclairage basse tension est complété par des « voiles » de tissu montées au plafond qui réfléchissent la lumière, qu'elle soit naturelle ou artificielle.



Photo: Busby + Associates

Étude de cas

Institut universitaire de technologie de l'Ontario

Oshawa, Ontario

Diamond + Schmitt Architects, Inc, 2004

À l'Institut universitaire de technologie de l'Ontario, chaque bâtiment est conçu pour être principalement éclairé naturellement. Les bureaux, locaux d'enseignement, salons et tous les autres espaces couramment occupés sont situés sur le périmètre du bâtiment. Les vitrages isolants haute performance, à faible émissivité et emplis de gaz krypton qui ont été choisis offrent une bonne transmission de la lumière naturelle et un bon rendu des couleurs tandis qu'une pellicule supplémentaire formant un miroir thermique rejette la chaleur solaire. Les configurations de vitrage varient selon l'orientation et sont complétées par des stores à enroulement pour éviter l'éblouissement. Les étages sont relativement étroits et chaque bâtiment est doté d'un atrium intérieur éclairé par le haut. Pour exploiter efficacement les possibilités de l'éclairage naturel, des stores solaires extérieurs sont installés sélectivement sur les bâtiments pour encore limiter les apports solaires et l'éblouissement. Les stratégies employées ont été soigneusement choisies pour améliorer la qualité des espaces intérieurs tout en offrant l'avantage supplémentaire d'économiser l'énergie.



Photo: Elizabeth Gyde

AÉS	GEE	ÉA	MR	QEI	IPD
Crédit 8					